DAN BISTRIȚEANU





FILTRE FOTOGRAFICE







Prefață

Epocile creatoare au fost marcate într-o bună măsură și de evoluția cunoștințelor și mijloacelor tehnice, de progresul științelor aplicat instrumentarului specific fiecărei arte. Pînă la un moment dat, noutatea tehnică specifică era apanajul creatorului și pornea de la nevoia personală, intimă, de exprimare și de îmbogățire a mijloacelor de expresie. Timpurile moderne au cristalizat o disciplină de frontieră a tehnicii artelor, ce se oferă creatorului, în care specialiști din cele mai variate domenii științifice, „intimi" ai sferei preocupărilor artistice, își pun capacitatea în slujba unei înzestrări tehice, mereu cu un pas înainte. Cum oare am putea imagina muzica astăzi, fără contribuția tehnicii electronice, concretizată în mijloace de sinteză a sunetului sau, și mai mult, în echipamente prin care ea se aduce la fotoliul ascultătorului?

Imaginea pe peliculă, situată tehnologic la intersecția aplicării mai multor domenii inginerești, a devenit răsfățata ultimelor decenii, ajungînd pînă la a dezvolta în jurul său o asistență tehnologică dintre cele mai sofisticate. Asociată acestei sfere de preocupări, în mod necesar, literatura tehnică de specialitate pledează pentru noutate, menținînd un contact permanent cu bazele teoretice ale disciplinelor „de origine".

„Filtre fotografice" acoperă o pată albă în literatura de specialitate, iar prin ambitusul problematicii, îndrăznesc să afirm, este o lucrare care ar stîrni invidia fotografilor și cineaștilor de pe toate meridianele. Elaborată la un nivel de exactitate științifică și cu o informare la zi, ce pentru moment se poate califica a fi fără cusur, poate că în perspectivă progresul în acest domeniu, îl va face pe autor să revină asupra subiectului.

Cert este că astăzi avem prima carte despre filtre fotografice, valoroasă nu numai prin singularitate ci și prin nivelul superior al tratării subiectului, datorată acestui „intim" prieten cunoscător al artei cinematografice și fotografice, ing. Dan Bistrițeanu.

Drumul luminii, ca „materie primordială" a imaginii, către imortalizare pe materialul fotosensibil, s-a bucurat de contribuția unor realizări tehnice remarcabile. Filtrele, prin calitatea lor tot mai bună și prin marea diversitate în care au apărut, se împart la această oră în mod distinct în două mari categorii: filtre tehnice, a căror folosire are un caracter obiectiv, obligatoriu, și filtre pentru efecte, la care se apelează în scopul îmbogățirii expresivității imaginii. Lucrarea, prin demonstrație și ordine, clarifică această idee, oferind creatorului certitudini în a apela în deplină cunoștință de cauză la aceste funcții. Punerea filtrului pe aparat, cu rolul său creator, se transformă într-o luare de poziție față de subiectul cadrului. În condițiile în care sensibilitatea emulsiilor, calitativ și cantitativ, a depășit-o uneori pe cea a ochiului, filtrul devine un interpret al realității, pe care vederea nu și-l poate oferi decît grație imaginației.

Contribuția autorului se manifestă util în intuiția și precizia cu care fixează, limpezindu-le, „punctele nevralgice" din lista problematicii și termenilor. Astfel „Surse de lumină" este un capitol care în strategia autorului a jucat un rol foarte important, prin care și-a plasat un cap de pod în sfera interesului profesioniștilor — mă refer în special la operatorii de imagine din cinematografie și televiziune — definind și argumentînd, cu un interesant material grafic, un domeniu atît de important al profesiunii noastre, unde întotdeauna mai este ceva nou de spus sau repetarea, într-o altă organizare a celor spuse cîndva, poate aduce un punct de vedere nou. De exemplu **Extinderea noțiunii de temperatură de culoare** clarifică aplicarea definiției temperaturii de culoare la tuburile cu descărcări în gaze, deslușind nodul necazurilor în priza de imagine, în prezența cu pondere mare a unor astfel de surse. **Cunoștințe generale despre filtre** este unul dintre pilonii lucrării, în care se prezintă problema filtrelor, de la datele teoretice — curbe de absorbție — pînă la cele strict aplicative, cum ar fi poziționarea, manipularea sau întreținerea. Abordată cu mult aplomb, problema interferenței pe straturi subțiri clarifică în termeni „laici" un domeniu ce în general nu s-a bucurat de multă atenție între fotografi și cineaști, din cauza unei neaplicabilități practice. Astăzi, cînd filtrele interferențiale au căpătat o atît de largă folosire, se dovedește a fi fost necesară o rememorare succintă a bazelor teoretice, în vederea unui cît mai eficient apel la aceste mijloace tehnice moderne.

Capitolele de titlu (VI, VII, VIII), pe lîngă exhaustivul tratării, dau calitatea manualului de disciplină de frontieră de care pomeneam mai sus. „... deși poate părea paradoxal, este uneori necesar să se falsifice realitatea, deoarece observatorului nu trebuie să i se prezinte neapărat **ce există și ar trebui să vadă**, ci ceea ce **se așteaptă să vadă**, ceea ce **își amintește** că trebuie să vadă." Autorul pășește cu discreție, printr-un gest necesar, în sfera imponderabilă a creației artistice, motivîndu-și demersul, plasîndu-se alături de creator în perpetua căutare a bogăției și noutății limbajului imaginii. Chiar fără un scop didactic, lectura acestor capitole se constituie, prin opulența informației și puterea de sugestie, într-o „bancă de idei". Se rețin în acest sens paragrafele **Dominante „utile", Parametrii de expunere determinați de intențiile fotografului, Cerul senin** sau **Aplicațiile filtrului de polarizare,** pentru a numi numai cîteva.

Lucrarea beneficiază de un mod bine gîndit de a se pune la îndemîna cititorului. Exprimată cu concizie, împărțită în subtitluri pînă la numai trei fraze uneori, probează nu numai dezinvoltura cu care operează Dan Bistrițeanu într-un domeniu atît de sărac în sinteze, de pe poziția unei notorietăți din umbră, dar și o anume generozitate în a veni în întîmpinarea unor utilizatori, nu totdeauna obișnuiți cu accesul la astfel de lecturi, pentru care rigoarea limbajului științific riscă să înscripteze informația.

Florin Mihăilescu

Din partea autorului

Lucrarea de față își propune să cumuleze într-un material unitar cît mai multe cunoștințe despre filtrele fotografice, domeniu insuficient tratat în literatura noastră de specialitate, deși la ora actuală se consideră de către specialiști că filtrul este unul dintre cele patru elemente fundamentale ale captării imaginii și înregistrării ei pe film, alături de lumină, obiectiv și materialul fotosensibil.

Astfel, un filtru optic montat pe obiectul aparatului fotografic permite, în funcție de caracteristicile sale, celui care captează imaginea, fie să obțină reproduceri optime ale realității, fie să modifice redarea acesteia potrivit intențiilor sale creatoare.

Se pot obține desigur, în multe cazuri, imagini fotografice valoroase și fără folosirea filtrelor, mai ales în ultimul timp, cînd materialele și aparatura fotografică au atins un înalt grad de diversificare și perfecționare.

Stăpînind însă domeniul filtrelor, fotograful modern, fie el amator sau profesionist, capătă posibilități de exprimare extraordinare, fără de care munca sa de creație ar fi mult îngrădită.

În afară de aceasta, uneori filtrul este efectiv indispensabil, cum sînt cazurile fotografierii în lumină inadecvată tipului de film folosit, operațiile de copiere a filmelor negative pe materiale pozitive, fotografia în domeniile infraroșu și ultraviolet etc.

În prezent, la dispoziția celor care captează imaginea există o mare diversitate de filtre. Alegerea aceluia care produce modificarea potrivită și exactă a iluminării, în vederea furnizării către elementul fotosensibil a unei informații optime, presupune, din partea autorului imaginii, stăpînirea unor cunoștințe strict necesare de optică fizică și fiziologică. Din acest motiv, în lucrarea de față, după un prim capitol destinat precizării noțiunii de filtru fotografic și a criteriilor de clasificare a filtrelor, au fost incluse capitole conținînd elemente de optică fizică și fiziologică privind lumina și culoarea și respectiv noțiuni referitoare la sursele de lumină.

S-a considerat că este de asemenea util pentru cititor să se introducă și un capitol care descrie unele materiale fotosensibile moderne, cu caracteristicile lor spectrale, avînd în vedere că în multe situații cînd este necesară filtrarea, aceasta se face tocmai ținînd seama de acestea.

Pentru ca o serie de informații generale, valabile pentru majoritatea tipurilor de filtre, să nu se repete la fiecare grupă, acestea au fost grupate într-un singur capitol. Astfel, materialele din care sînt alcătuite filtrele, manipularea și conservarea acestora, coeficienții filtrelor, monturile și portfiltrele au fost tratate într-un singur loc.

În continuare, s-a trecut la descrierea propriu-zisă a diferitelor grupe de filtre și a efectelor lor.

În lucrare a fost inclusă și descrierea unor accesorii optice a căror acțiune modifică nu cantitatea sau compoziția luminii care pătrunde în obiectiv, așa cum intervin filtrele propriu-zise, ci se referă la schimbări în geometria sau claritatea imaginii. Efectele speciale care pot fi obținute sînt extrem de interesante și, ca atare, s-a considerat că este în interesul cititorului ca ele să fie incluse în cuprinsul cărții.

În sfîrşit, un ultim capitol reia o serie de probleme deja trecute în revistă, dar grupate în alt mod, nu pe grupe de filtre ci pe genuri fotografice, menţionîndu-se filtrarea adecvată pentru fiecare caz.

Utilizarea filtrelor este în majoritatea cazurilor o problemă de captare a imaginii, valabilă în numeroase cazuri, atît pentru fotografie cît şi pentru cinematografie şi televiziune. Informaţiile despre filtre, cuprinse în cele ce urmează, se referă la domeniul fotografic. În momentul în care un anume filtru îşi găseşte o aplicaţie specifică în cinematografie sau televiziune, se fac menţiunile necesare la locul potrivit.

Fotografiile care ilustrează textul au fost realizate în bună parte de Doina Bistriţeanu, iar restul reprezintă reproduceri din documentaţia tehnică a firmelor producătoare de filtre. Planşa 43 D este realizată de către Ida Simon, artist fotograf din Tg. Mureş.

Revizia ştiinţifică, efectuată de reputatul specialist şi profesor ing. Toma Răduleţ, a avut o contribuţie importantă la cizelarea de fond şi de formă a cărţii.

O serie de colegi m-au ajutat mult prin încurajări permanente să închei lucrarea. Printre ei trebuie menţionaţi: Costel Florea, Iosefina Oprea, Ileana Ionescu, Marin Marinescu, Ion Tatu şi Bogdan Teodorescu.

Autorul este conştient de faptul că lucrării „Filtre fotografice" i se pot aduce numeroase îmbunătăţiri. În acest sens, îşi exprimă de pe acum recunoştinţa tuturor acelora care îi vor aduce la cunoştinţă observaţiile lor privind forma şi conţinutul lucrării, observaţii care vor fi extrem de utile în cazul unei eventuale reeditări.

I

Particularitățile utilizării filtrelor în fotografie

1. NOȚIUNEA DE FILTRU FOTOGRAFIC

Orice discuție în legătură cu captarea, înregistrarea și redarea imaginii pe cale fotografică ajunge mai devreme sau mai tîrziu la problema filtrelor.

Noțiunea de filtru exprimă în mod nemijlocit ideea de selectivitate, ideea de divizare a unui amestec într-o parte reținută și o parte căreia i se permite trecerea, criteriul de selectivitate fiind de obicei o proprietate fizică a componentelor amestecului.

Spre deosebire de filtrele *mecanice*, care separă *componente* cu stări de agregare sau dimensiuni diferite, de filtrele electrice, ce separă semnale electrice cu frecvențe diferite, filtrele fotografice fac parte din categoria celor optice, acționînd asupra radiațiilor electromagnetice aflate în zona vizibilă a spectrului și în zonele care o încadrează în imediata vecinătate.

Cu alte cuvinte, filtrul optic este un element care transmite *parțial* radiațiile electromagnetice incidente, fie reducînd în aceeași proporție componentele sale, fie reducînd diferit radiațiile, în funcție de lungimea lor de undă. Majoritatea filtrelor folosite în fotografie absorb în mod preferențial unele radiații, fiind numai selective și avînd de obicei un aspect colorat. În fotografie se folosesc și filtre care au o acțiune uniformă asupra diferitelor radiații, indiferent de lungimea lor de undă. Acestea se numesc *neselective* și au un aspect cenușiu.

2. PRINCIPIUL ACȚIUNII FILTRELOR

Principiul acțiunii unui filtru colorat este următorul: el transmite radiațiile avînd aceeași culoare cu a sa și le reține prin absorbție pe cele de culoare complementară (v. II.9.1.). O excepție o reprezintă filtrele interferențiale, la care o parte din radiația incidentă este reflectată, datorită fenomenului

* Radiațiile vizibile, împreună cu cele infraroșii și cele ultraviolete au fost grupate, în mod convențional, datorită unor similitudini în geneză, proprietăți și efecte, în zona optică a spectrului radiațiilor electromagnetice.

de interferență pe straturi subțiri, și o altă parte, de culoare complementară, este transmisă (v. V.7.3.).

Trebuie precizat că, de fapt, filtrul are o anumită culoare, tocmai datorită faptului că din lumina albă incidentă, permite trecerea doar a radiațiilor care îi conferă acea culoare.

Principiul acțiunii filtrelor este identic, indiferent de tipul materialului fotosensibil (alb-negru sau color) folosit, dar consecințele sînt diferite.

În cazul fotografierii pe materiale fotosensibile alb-negru, lumina provenind de la obiecte avînd aceeași culoare cu a filtrului este transmisă de acesta și impresionează negativul, iar cea provenită de la surse sau obiecte avînd culoarea complementară, este reținută. Stratul fotosensibil este expus mai mult în primul caz și apare după developare, mai dens, și este neatins sau expus mai puțin în cel de-al doilea, prezentînd în urma developării o transparență ridicată. Această situație transpusă în pozitiv va avea drept consecință o redare mai luminoasă a obiectelor avînd aceeași culoare cu a filtrului și o redare mai închisă a celor de culoare complementară.

În fotografia color lucrurile se petrec diferit, materialele fotosensibile color conținînd trei straturi sensibile la radiațiile roșii, verzi și respectiv albastre. Un filtru montat pe obiectivul fotografic favorizează culoarea pe care o transmite, în detrimentul celorlalte, modificînd astfel echilibrul cromatic al imaginii optice care impresionează filmul. De exemplu, un filtru roșu va face ca imaginea fotografică a unui diapozitiv color să capete o dominantă roșie. Astfel se poate crea un efect de apus de soare la mijlocul zilei. Aici filtrul creează un efect special.

Dar filtrele pot avea și un rol corector. Asfel, cînd cerul este senin, umbrele sînt redate pe un diapozitiv color cu o dominantă albastră. Un filtru de culoare complementară celei albastre, respectiv unul galben, de o anumită densitate, poate elimina excesul de albastru. Diapozitivul realizat astfel, își va regăsi culorile normale. În exemplul de mai sus s-a ales ca material fotosensibil filmul reversibil. Acesta furnizează direct o imagine pozitivă, fără a mai fi necesar procesul de copiere, ca în cazul sistemului negativ-pozitiv, dar este dezavantajat de faptul că unele erori în captarea imaginii, nu pot fi corectate într-un proces de copiere, ca în cazul fotografierii pe un film negativ. Din acest motiv, recomandările privind filtrarea în vederea corecției ce se vor face pe parcursul acestei lucrări, sînt obligatorii în special pentru fotografierea pe film reversibil.

3. CRITERII DE CLASIFICARE A FILTRELOR

Marea diversitate a filtrelor disponibile în prezent necesită, pentru evitarea confuziilor și, în consecință, a unor rezultate nesatisfăcătoare datorită utilizării lor eronate, un studiu sistematic al acestora. Acest studiu nu poate fi efectuat fără o clasificare cît mai riguroasă a filtrelor. Datorită însă numeroaselor puncte de vedere din care pot fi evaluate filtrele, este aproape imposibil să se alcătuiască o clasificare unică.

În cele ce urmează, se vor enumera principalele criterii conform cărora pot fi grupate filtrele.

— *Faza procesului tehnologic.* Din acest punct de vedere, distingem *filtre folosite în faza de captare a imaginii* și *filtre folosite în faza de prelucrare a materialelor fotosensibile* (pe care imaginea este înregistrată), în laboratoarele fotografice și cinematografice.

— *Tipul de material fotosensibil pe care se face înregistrarea imaginii.* Conform acestui criteriu, putem vorbi despre filtre pentru fotografia alb-negru, filtre pentru fotografia color și filtre cu funcțiune mixtă (atît pentru alb-negru cît și pentru color).

— *Efectul urmărit.* În funcție de ceea ce dorește fotograful să obțină: reproducerea optimă a realității sau, dimpotrivă, deformarea ei artistică, se pot folosi filtre de *corecție*, de *conversie*, de *compensare* sau filtre pentru *efecte speciale*.

— *Domeniul radiațiilor electromagnetice.* În funcție de radiația care urmează să impresioneze materialul fotosensibil, se produc filtre pentru domeniul *vizibil*, pentru domeniul *ultraviolet* și pentru domeniul *infraroșu*.

— *Amplasarea filtrului.* Din acest punct de vedere, există filtre care se plasează *pe obiectiv*, filtre care se plasează *în fața sursei de lumină* și filtre care se plasează *în fața ochiului* celui care captează imaginea pentru aprecierea contrastului iluminării scenei.

— *Fenomenul fizic care stă la baza acțiunii filtrului.* Marea majoritate a filtrelor acționează prin *absorbția selectivă* a luminii. Există și o anumită categorie de filtre utilizate în fotografie, de fabricație mai recentă, care acționează ca urmare a fenomenului de *interferență* a luminii pe straturi transparente subțiri.

— *Materialul din care este alcătuit filtrul.* La dispoziția celui care captează imaginea se află filtre de *gelatină*, de *sticlă* și din *materiale plastice*.

Structurarea lucrării se bazează pe unele dintre aceste criterii, insistîndu-se asupra grupelor de filtre pentru alb-negru, respectiv pentru color, asupra filtrelor cu aplicații mixte, pentru ambele domenii, cît și asupra grupei de filtre și accesorii optice care produc efecte speciale. Filtrelor pentru laborator li s-a rezervat un capitol separat. Lucrarea se încheie cu un capitol în care filtrele sînt grupate în funcție de domeniul (subiectul) fotografic abordat.

II

Lumina și culoarea

Cuvîntul „fotografie" înseamnă scriere cu lumină*. Sistemul fotografic utilizează deci lumina pentru a înregistra forme și culori.

Filtrele modifică lumina și alte radiații care, după trecerea prin obiectivul aparatului fotografic, întîlnesc materialul fotosensibil.

Pentru a înțelege mecanismul acțiunii filtrelor fotografice, sînt necesare cunoștințe de bază privind atît natura și proprietățile luminii și ale culorilor cît și mecanismul vederii, ochiul fiind judecătorul suveran al calității reproducerii realității sub formă de fotografie.

1. NATURA LUMINII

Lumina este o formă de energie. Ea se propagă în spațiu sub forma undelor (oscilațiilor) electromagnetice, fiind astfel un caz particular al energiei radiante. Mai precis, este acea parte a energiei radiante care este capabilă să producă ființei umane și altor organisme superioare, senzații vizuale.

2. SPECTRUL RADIAȚIILOR ELECTROMAGNETICE

Celelalte forme de energie radiantă (sau radiații) sînt undele emise de curentul alternativ, undele de radio și televiziune, radiațiile infraroșii și ultraviolete, razele Röntgen, gama și cosmice. Toate acestea au proprietatea comună de a se propaga în vid cu aceeași viteză, de circa 300 000 km/s, în schimb se diferențiază între ele prin valoarea lungimilor lor de undă.

Diferitele categorii de radiații electromagnetice, ordonate după valorile crescătoare ale lungimii lor de undă, notată cu litera grecească λ (lambda), alcătuiesc spectrul radiațiilor electromagnetice.

După cum se vede din planșa 1, valorile lungimilor de undă variază într-un domeniu foarte vast: de la zeci de kilometri, în cazul undelor radio, pînă la fracțiuni de milionimi de milimetru pentru razele gama și cosmice.

În consecință, drept unități de măsură pentru lungimea de undă se folosesc atît unități mari, kilometrul și metrul, cît și submultipli ai acestuia din urmă: milimetrul și nanometrul ($1\ nm = 10^{-9}\ m$).

* Din limba greacă, phos, photos = lumină și graphein = a scrie, a trasa, a înregistra.

3. RADIAȚIA SOLARĂ. ZONA OPTICĂ A SPECTRULUI

Energia emisă de soare cuprinde o largă gamă de radiații electromagnetice. Dintre acestea, la suprafața pămîntului, după trecerea prin atmosfera terestră, ajunge doar o mică parte, care cuprinde radiațiile vizibile precum și radiații din zonele învecinate (ultraviolete și infraroșii). Toate acestea alcătuiesc, după cum s-a mai arătat, *zona optică* a spectrului.

4. ZONA VIZIBILĂ A SPECTRULUI. LUMINA ALBĂ.

Dintre componentele spectrului radiațiilor electromagnetice, doar acelea aparținînd unui domeniu foarte îngust, plasat aproximativ în centrul acestuia (planșa 1, C), avînd valorile eșalonate între 380 și 760 nm*, produc senzații luminoase. Ele constituie zona vizibilă a spectrului, prezența lor simultană și de aceiași putere, provocînd unui observator senzația luminii albe.

5. NOȚIUNEA DE CULOARE

Ochiul uman nu este capabil să distingă componentele luminii albe, dar dacă, printr-un procedeu oarecare, aceasta este descompusă astfel încît radiațiile componente să ocupe poziții diferite în cîmpul vizual, organul vederii le diferențiază prin senzații diferite de culoare.

Rezultă deci că noțiunea de culoare include în sine doi factori: unul obiectiv, care este radiația luminoasă, și unul subiectiv, care este senzația de culoare care se naște în creierul uman, ca urmare a excitării ochiului de această radiație.

6. SPECTRUL VIZIBIL

Punerea pentru prima dată în evidență a componentelor luminii albe aparține, după cum se știe, lui Newton, care a descompus un fascicol de lumină solară, plasînd în drumul său o prismă triunghiulară de sticlă. Fascicolul de lumină emergent, proiectat pe un ecran, a pus în evidență o serie neîntreruptă de culori juxtapuse, care a primit denumirea de spectru vizibil (planșa 2).

* Între valorile extremităților spectrului furnizate de diverși autori, există unele neconcordanțe. Important este să se rețină faptul că zona principală a spectrului vizibil este cuprinsă între 400 și 700 nm.

Producerea spectrului în acest mod se explică prin faptul că indicele de refracție a unui material transparent variază cu lungimea de undă a radiației care îl traversează; în consecință, diferitele radiații componente ale unui amestec sînt deviate mai mult sau mai puțin în funcție de valoarea lungimilor lor de undă.

Întrucît radiațiile cu λ mare sînt mai puțin deviate de la direcția lor inițială decît cele cu λ mică, culorile sînt repartizate în spectru în ordinea crescătoare a lungimilor de undă, de la violet (cu λ cea mai mică) la roșu (cu λ cea mai mare din spectrul vizibil), trecînd prin albastru, verde, galben și portocaliu.

Între culorile spectrului nu există granițe bine definite de trecere de la o culoare la alta, dar ochiul uman distinge totuși un număr de peste 150 de nuanțe intermediare. O culoare obținută prin excitarea ochiului cu o radiație luminoasă de o anumită lungime de undă sau de o bandă foarte îngustă de lungimi de undă (sub 5 nm) se numește *culoare monocromatică*, iar radiația care îi dă naștere, *radiație monocromatică*.

7. GENEZA CULORILOR ÎN NATURĂ

Toate senzațiile de culoare pe care le încercăm rezultă din modificările selective de natură și grade diferite, ale luminii albe.

Principalele fenomene fizice care stau la originea acestor modificări sînt absorbția, difuzia, interferența, dispersia și fluorescența.

ABSORBȚIA

Majoritatea materialelor absorb selectiv o parte din lumina care le întîlnește, în sensul că absorbția variază cu lungimile de undă ale radiațiilor componente. Ca urmare, lumina care părăsește materialul (prin reflexie sau transmisie) are o compoziție spectrală diferită de cea incidentă și, fiind percepută de ochi, produce senzația unei anumite culori. Un obiect dat va apărea deci colorat în culoarea luminii reflectate sau transmise de el. Problema culorii obiectelor va fi reluată mai în detaliu în paragraful III.2.

DIFUZIA*

Aspectul cerului

Culorile în care se nuanțează cerul la răsăritul sau la apusul soarelui rezultă datorită aceluiași fenomen care conferă cerului senin culoarea sa albastră: difuzia selectivă a radiațiilor luminoase reflectate în toate direcțiile de către moleculele gazelor care alcătuiesc atmosfera. Acționînd asupra radiațiilor luminoase, moleculele de aer au influență în primul rînd asupra celor cu lungime de undă mică și destul de puțin asupra celorlalte. Difuzate prin reflexie, undele luminoase cu lungime de undă mică dau cerului culoarea albastră.

* Prin difuzie (împrăștiere) se înțelege fenomenul de schimbare a distribuției spațiale a unui fascicul de radiații, care este deviat în direcții multiple de către o suprafață sau un mediu.

Cînd un observator privește soarele aflat la orizont, undele luminoase parcurg, pentru a ajunge la el, un drum mai lung prin atmosferă, decît în momentul în care soarele s-ar afla pe verticala locului de observație (planșa 3). Întrucît radiațiile întîlnesc mult mai multe molecule de aer, difuzia crește. Proporția de unde scurte difuzate este atît de mare încît observatorul nu mai primește decît o cantitate foarte mică din acestea; fluxul luminos este compus în principal din unde mai lungi, astfel încît soarele apare galben, portocaliu și, în anumite cazuri, în funcție de puritatea atmosferei, chiar roșu.

Cînd aerul este încărcat de praf, fum, picături de apă, cristale de apă în suspensie, difuzia își pierde caracterul selectiv și, acționînd asupra tuturor radiațiilor conținute în lumina solară, este difuzată lumină albă, ceea ce face ca cerul să capete un aspect alb, lăptos.

Mai trebuie arătat că, în absența totală a atmosferei și deci a difuziei luminii solare, cerul ar părea negru, ca în spațiile intersiderale iar stelele ar fi vizibile la orice oră din zi și din noapte.

Peisaje depărtate

Într-o zi însorită, munții îndepărtați apar învăluiți într-o ceață albastră care împiedică observarea detaliilor, deoarece radiațiile cu λ mică (albastre), rezultate prin difuzia selectivă prin atmosferă, se interpun între observator și munți. De altfel, orice obiect îndepărtat aflat la orizont este văzut în același mod, învăluit în ceața depărtărilor, care îi modifică mult aparența.

Alte exemple

Fără a intra în amănunte, se mai poate menționa că difuzia selectivă a radiațiilor albastre este de asemenea cauza nuanței albăstrui a venelor plasate imediat sub epidermă (deși acestea ar trebui să pară roșii, ținînd seama de culoarea sîngelui pe care îl conțin), a laptelui diluat cu apă și a fulgilor proveniți de la păsările albe.

INTERFERENȚA

Interferența pe straturi transparente subțiri este rezultatul interacțiunii dintre radiațiile reflectate pe ambele fețe ale acestora, avînd ca efect diminuarea, intensificarea sau anularea reflexiei în funcție de faza în care acestea se întîlnesc. În lumina albă interferența are ca rezultat atenuarea selectivă a unor radiații în funcție de raportul dintre lungimile lor de undă și grosimea stratului. Din acest motiv baloanele de săpun și petele de ulei de pe suprafața apei, care reprezintă variante ale straturilor transparente subțiri, prezintă un aspect multicolor.

DISPERSIA

Formarea culorilor poate proveni de asemenea din diferențele de refracție suferite de radiațiile avînd lungimi de undă diferite. Lumina albă este astfel dispersată în elementele sale componente, etalate sub forma unui spectru colorat. Exemplele bine cunoscute sînt:

— curcubeul, produs prin retracția selectivă a componentelor luminii albe solare la trecerea prin picăturile de apă aflate în atmosferă, după ploaie;

— spectrul obținut la trecerea unui fascicol de lumină albă printr-o prismă triunghiulară transparentă, (planșa 2);

— „apele" policrome etalate de fațetele șlefuite ale diamantului la iluminarea sa cu o sursă puternică de lumină.

FLUORESCENȚA

Formarea culorilor prin fluorescență se bazează pe un principiu diferit. Ea se datorează proprietății unor anumite substanțe, numite fluorescente*, de a absorbi radiații de o anumită lungime de undă și de a emite radiații de lungimi de undă diferite.

În exemplul celebrei „lumini negre", utilizate în numeroase efecte scenice, este vorba de radiațiile ultraviolete, deci invizibile, care, absorbite de anumite substanțe, sînt transformate în radiații de diferite lungimi de undă din domeniul vizibil, avînd culori strălucitoare vizibile în plină obscuritate. Tuburile fluorescente au ca bază de funcționare același principiu. Imaginea color de televiziune se reconstituie tot cu ajutorul unor luminofori dar a căror excitare este produsă nu de radiații electromagnetice ci de fascicole de electroni.

8. PERCEPȚIA CULORILOR

FUNCȚIA VEDERII

Vederea este percepția lumii exterioare ființei umane de către organul vederii. Acesta are deci rolul de a ne pune în relație cu mediul înconjurător, transformînd un excitant specific, lumina, în senzație vizuală.

Transformarea energiei luminoase în influxul nervos generator al senzației vizuale are loc în globul ocular, la nivelul retinei, pe a cărei suprafață se formează imaginea optică a obiectului privit. Retina, după cum se știe, conține 2 categorii de elemente sensibile la lumină:

— *bastonașele*, care au o sensibilitate ridicată la lumină, dar nu au capacitatea de a distinge culorile, permițînd doar distingerea formelor obiectelor:

— *conurile*, care au o sensibilitate mai redusă la lumină, în schimb sesizează diferențele dintre lungimile de undă ale radiațiilor vizibile, producînd astfel senzații de culoare diferite.

TEORIA TRICROMATICĂ A VEDERII

Posibilitățile și limitele organului vederii în privința percepției culorilor se pot pune în evidență dacă este comparat cu un radioreceptor, ambele fiind sensibile la radiații electromagnetice.

* Substanțele florescente poartă și denumirea de luminofori.

Radioul este selectiv în recepția sa, putînd fi acordat pentru a recepționa numai o radiație, de o anumită lungime de undă, din numeroasele unde radio pe care le captează antena în același timp.

Ochiul nu posedă acest mecanism de acordare. El răspunde simultan la toate radiațiile pe care le captează și o radiație de o anumită lungime de undă nu poate fi distinsă dintre celelalte, cu excepția cazului în care este captată separat. De exemplu, ochiul identifică cu ușurință culoarea verde în spectrul vizibil, dar nu este capabil să izoleze această senzație din lumina albă în care acest verde este prezent.

Se poate trage concluzia că ochiul nu conține o infinitate de categorii de elemente sensibile la culoare, corespunzătoare tuturor radiațiilor aparținînd domeniului vizibil al spectrului. Experiența demonstrează că totul se petrece ca și cum ar exista doar trei categorii de astfel de elemente, mai precis de conuri corespunzînd, în mare, celor trei zone ale spectrului care grupează radiațiile albastre (zona 380—500 nm), verzi (500—600 nm) și roșii (600—760 nm). Este suficient astfel să se amestece în mod judicios, după cum a arătat fizicianul Maxwell, fascicole de lumină avînd culorile roșu, verde și respectiv albastru (numite culori primare), pentru a se realiza sinteza luminii albe.

Această teorie este confirmată de faptul că orice culoare poate fi reprodusă printr-un amestec potrivit de trei fascicole de lumină avînd culorile primare.

EVALUAREA CULORILOR

Deși culoarea este o calitate, nu o cantitate — nu se poate spune că o culoare este mai mare decît alta — a fost necesar în vederea identificării, comparării și reproducerii culorilor, să se stabilească o serie de parametri de evaluare a acestora.

În plus, deoarece culoarea este o senzație (fenomen psihic, subiectiv) provocată de o radiație electromagnetică (fenomen fizic, obiectiv), pentru evaluarea sa se utilizează atît parametrii subiectivi cît și obiectivi.

Parametrii subiectivi ai culorii

Ochiul identifică o culoare după strălucire, nuanță și saturație.

— *Strălucirea* este atributul senzației vizuale potrivit căruia o sursă luminoasă, directă sau indirectă (v. cap. III), pare că emite mai multă sau mai puțină lumină.

— *Nuanța* (tonalitatea cromatică) este atributul senzației vizuale care permite să se dea o denumire unei culori, prin asociere cu o anumită regiune a spectrului vizibil. Culorile principale provenite din dispersia luminii albe sînt, în ordinea descrescîndă a lungimilor de undă: roșu, portocaliu (oranj), galben, verde, albastru, indigo și violet, ale căror inițiale formează cuvîntul ROGVAIV, util pentru reținerea denumirilor culorilor spectrale și a ordinei lor în spectru.

— *Saturația* este atributul senzației vizuale care permite să se aprecieze senzația vizuală totală și se caracterizează prin amestecul de lumină albă în culoarea dată.

Pentru a înțelege mai bine sensul acestor parametri, se va apela la un exemplu.

— se va alege o suprafață gri deschis care prezintă:

— strălucirea mare
— nuanța inexistentă
— saturația zero

— se adaugă puțină culoare roșie și se obține:

— strălucirea mare
— nuanța roșie
— saturația mică

— cînd se întărește treptat culoarea:

— strălucirea scade
— nuanța rămîne roșie
— saturația crește

Parametrii subiectivi se folosesc în limbajul curent pentru aprecierea reproducerilor fotografice, a culorilor obiectelor uzuale etc.

Pentru a se ajunge însă la performanțele actuale în domeniul reproducerii culorilor în fotografie, film, televiziune ca și în domeniul tipografic, a fost necesară stabilirea unor parametri obiectivi, măsurabili.

Parametrii obiectivi ai culorii

— *Luminanța* caracterizează intensitatea radiației luminoase a unei surse de radiații directe sau indirecte într-o anumită direcție, raportată la aria suprafeței aparente a sursei văzute din respectiva direcție.

— *Lungimea de undă dominantă*, λ_d exprimă lungimea de undă a radiației monocromatice care dă, prin comparație, culoarea pură cea mai apropiată de culoarea considerată.

— *Puritatea* exprimă gradul de diluare a culorii pure definite de λ_d, cu lumina albă, diluare care trebuie făcută pentru reconstituirea culorii obiectului. Exemple de culori pure sînt cele spectrale.

Între parametrii obiectivi și subiectivi există următoarea corespondență: luminanță — strălucire, lungime de undă dominantă — nuanță și puritate — saturație.

În legătură cu parametrii enumerați, trebuie arătat că mărimile lungime de undă dominantă și puritate se reunesc sub numele de *cromaticitate*, iar nuanța și saturația, sub denumirea de *cromie*.

CARACTERISTICILE VEDERII RELATIVE

La reproducerea fotografică a realității, trebuie să se țină seama, printre altele, și de modul în care variază sensibilitatea ochiului (senzația de strălucire), în funcție de lungimea de undă a diferitelor radiații cu fluxuri energetice egale. Măsurătorile statistice efectuate au arătat că sensibilitatea maximă a organului vederii se află în zona centrală a spectrului vizibil (mai precis pentru radiația avînd $\lambda = 555$ nm) și scade pe măsură ce ne apropiem de regiunile laterale ale acestuia. Această particularitate a percepției vizuale este reprezentată sub forma curbei din fig. 1, A, numită caracteristică a vizibilității relative.

În condiții de iluminare redusă (de exemplu în amurg), aspectul curbei rămîne practic același, dar se deplasează spre lungimi de undă mai mici cu circa 50 nm (fig. 1, *B*).

Din acest motiv, la lumina zilei culoarea galbenă pare cea mai strălucitoare iar în amurg albastrul apare ca cel mai strălucitor. Această modificare a sen-

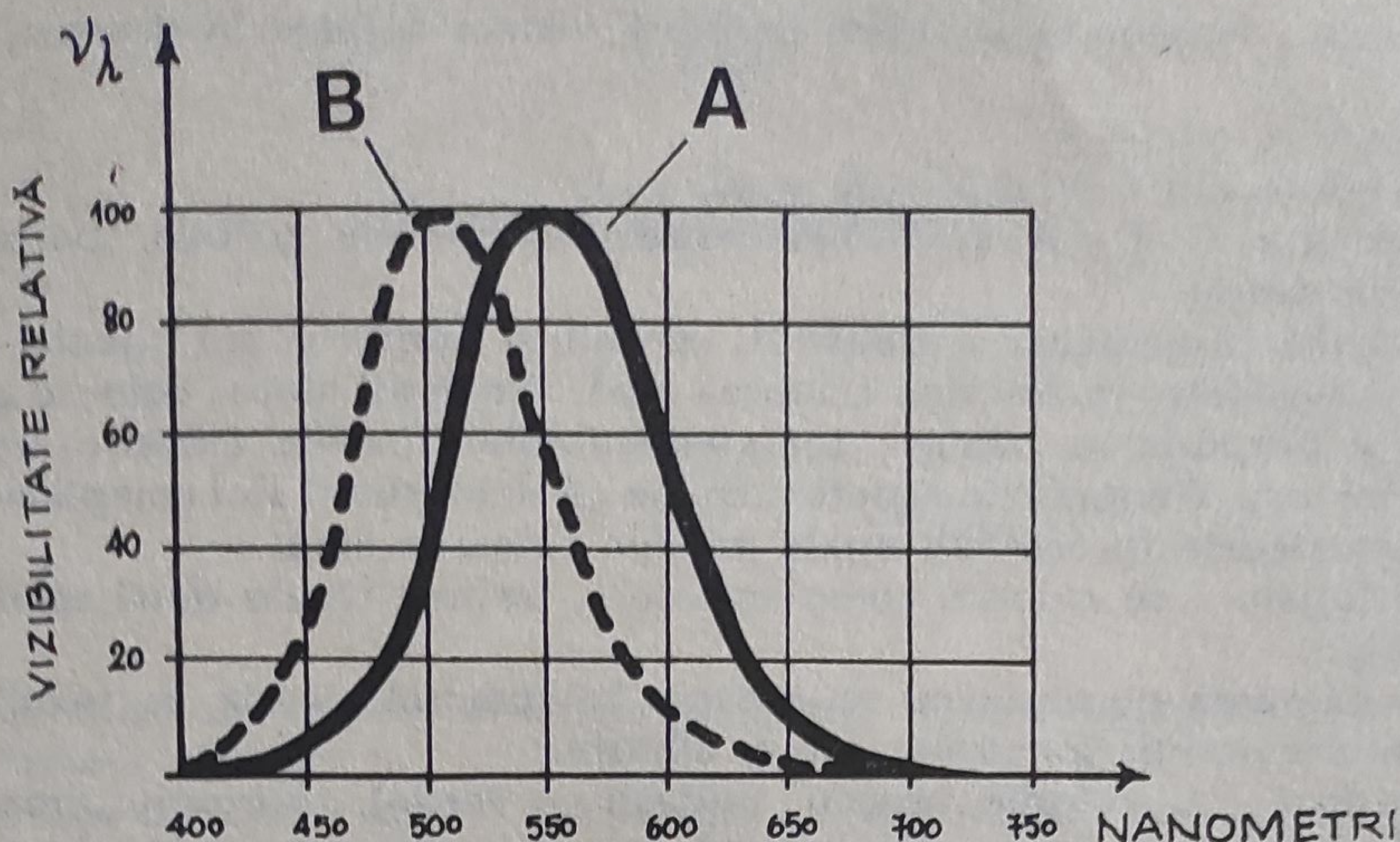


Fig. 1. Caracteristica vizibilității relative spectrale:
A — pentru vedere diurnă (fotopică); B — pentru vedere crepusculară (scotopică).

sibilității relative a ochiului în funcție de nivelul de iluminare se numește, după numele descoperitorului său, fenomenul Purkinje.

Fenomenul lui Purkinje are consecințe importante, mai ales în fotografia color.

9. REPRODUCEREA CULORILOR

Teoria tricromatică a vederii este confirmată de faptul că orice culoare poate fi reprodusă (sintetizată) prin amestecul judicios a trei fascicole de lumină colorate în albastru, verde și respectiv roșu, numite culori primare și reprezentînd, fiecare, aproximativ cît o treime din spectrul vizibil.

SINTEZA ADITIVĂ A CULORILOR (AMESTECUL ADITIV)

Un astfel de amestec de lumini colorate se numește *aditiv* (deoarece se realizează prin adunare) și se poate realiza într-o cameră obscură, proiectînd pe un ecran alb fascicolele de lumină provenind de la trei diaproiectoare, prevăzute fiecare cu cîte un filtru avînd culorile roșu, verde, respectiv albastru. Suprapunînd în diferitele moduri cele trei proiecții, se obțin următoarele rezultate:

— la intersecția fascicolului roșu cu cel verde se obține o suprafață galbenă;

— fascicolul roșu cu cel albastru produce culoarea purpurie;

— fascicolul albastru cu cel verde produce prin suprapunere culoarea azurie.

Recapitulînd și utilizînd inițialele culorilor, putem scrie (planșa 4):

$$A + R = P \qquad R + V = G \qquad V + A = Az$$

La intersecția celor trei fascicole colorate, se obține o suprafață albă (planșa 5):

$R + V + A = \text{alb}$

Trecînd în această egalitate pe rînd, fiecare culoare în dreapta, putem scrie:

R + V = alb — A

R + A = alb — V și V + A = alb — R

Dar R + V, R + A și V + A reprezintă culorile galben, purpuriu și respectiv azuriu.

Rezultă că galbenul și albastrul, verdele și purpuriul și respectiv azuriul cu roșul alcătuiesc în amestec culoarea albă. Din acest motiv, culorile galben, azuriu și purpuriu se numesc complementarele culorilor albastru, verde și respectiv roșu. Generalizînd, putem spune că două culori sînt complementare, dacă amestecate în cantități egale produc culoarea albă.

În legătură cu culorile complementare, trebuie făcute două remarci interesante:

— culoarea purpuriu nu se găsește în spectrul vizibil; ea rezultă prin amestecul culorilor spectrale roșu și albastru;

— dacă în culorile azuriu (albastru + verde), purpuriu (roșu + albastru) simțim într-o oarecare măsură prezența componentelor, în galben, (roșu + verde), componentele amestecului își pierd complet individualitatea.

SINTEZA SUBSTRACTIVĂ A CULORILOR

În sinteza aditivă s-a pornit de la întuneric și culorile au fost produse pe rînd, adăugînd succesiv radiații diferit colorate pînă la atingerea senzației de alb. Există și o altă metodă, în care punctul de pornire este lumina albă din care se extrag pe rînd radiațiile componente. Această metodă poartă denumirea de sinteză *substractivă* și se bazează pe extragerea treptată a componentelor unui amestec de radiații. Termenul *amestec substractiv*, folosit uneori, trebuie înțeles ca un amestec al *efectelor*, nu al radiațiilor, ca în cazul sintezei aditive.

Experimentul se poate realiza amplasînd pe o suprafață translucidă, iluminată cu lumină albă din spate, filtre avînd culorile complementare: galben, azuriu și purpuriu. Examinînd rezultatele (planșa 6), se constată următoarele: la suprapunerea filtrelor azuriu și galben apare culoarea verde, filtrele galben și purpuriu produc culoarea roșie iar cele purpuriu și azuriu culoarea albastră. Zona care corespunde suprapunerii tuturor celor trei filtre apare neagră sau gri (planșa 7).

Explicația apariției culorilor noi prin suprapunerea filtrelor se bazează pe principiul cunoscut al acțiunii filtrelor colorate: un filtru de o anumită culoare reține radiațiile avînd culoarea complementară și permite trecerea acelor radiații care au aceeași culoare ca el.

Filtrul galben permite trecerea radiațiilor avînd culoarea galbenă, care sînt compuse din radiații verzi și roșii. Aceste radiații întîlnesc apoi, spre exemplu, filtrul purpuriu, care permite trecerea radiațiilor roșii și albastre. Singura radiație care poate străbate ambele filtre este cea roșie, regăsindu-se ca o componentă atît în purpuriu cît și în galben. În sfîrșit, cînd radiația roșie trecută prin primele două filtre ajunge la azuriu, este oprită complet, fiind complementară acestuia.

Sinteza culorilor pe cale aditivă se află la baza formării imaginii de televiziune în culori. Reproducerea fotografică și tipografică a culorilor se bazează pe sinteza substractivă. Filtrele fotografice își îndeplinesc diferitele lor funcțiuni acționînd substractiv asupra luminii.

III

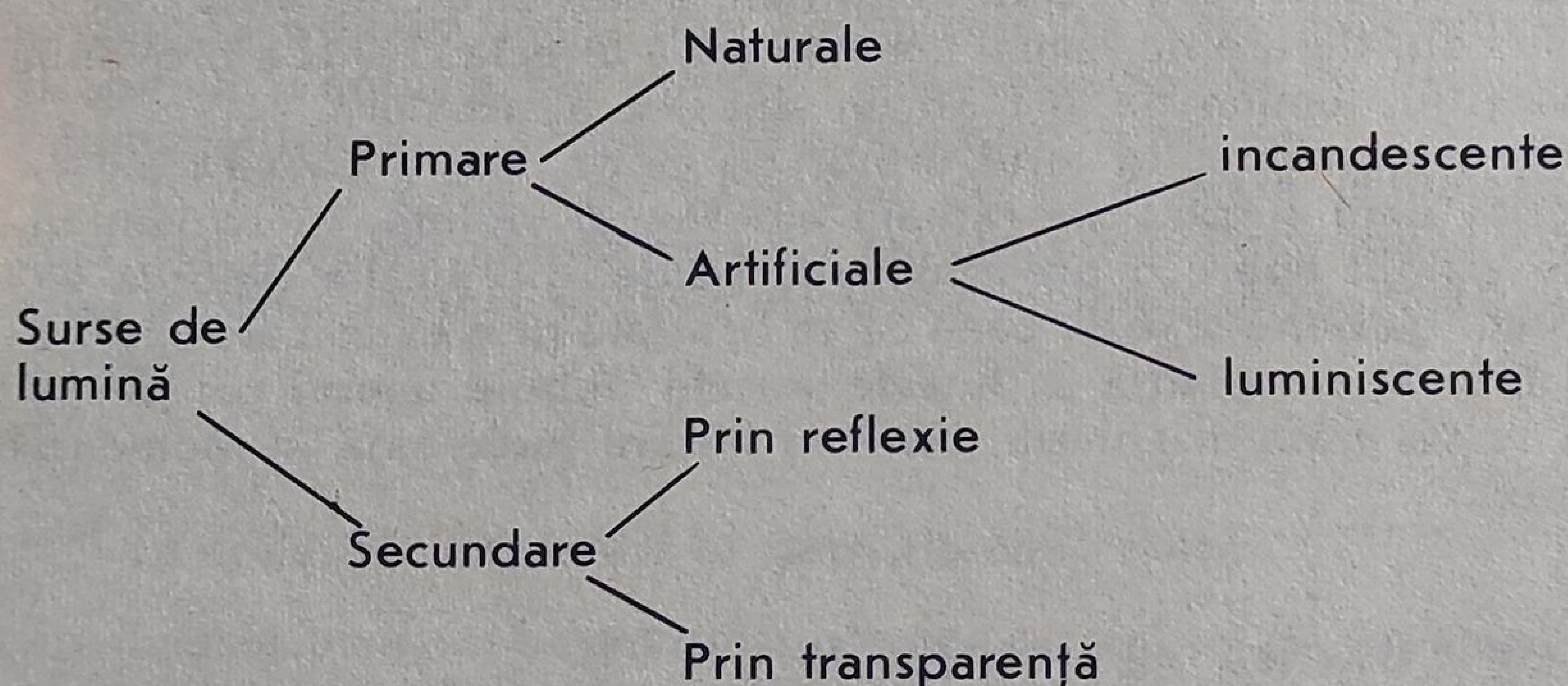
Surse de lumină

Prin sursă de lumină se înţelege corpul a cărui suprafaţă sau volum emite radiaţii vizibile.

Sursele care emit lumină ca urmare a transformării unei alte forme de energie în energie radiantă se numesc primare. Cele care nu generează lumină prin ele însele ci o emit, ca urmare a reflectării sau transmiterii radiaţiei primite de la o sursă primară, se numesc secundare.

Sursele primare pot fi naturale (soarele, aurora boreală, aştrii) sau artificiale (flacăra, lampa electrică). În funcţie de modul în care energia electrică se transformă în energie luminoasă, sursele electrice se împart în incandescente (calde) şi luminiscente (reci).

Cele expuse se regăsesc pe scurt în următoarea clasificare:



1. SURSE DE LUMINĂ PRIMARE

CURBA DE EMISIE

Pentru fotografie şi în special pentru cea color este necesar să se cunoască nu numai cantitatea, ci şi calitatea luminii în condiţiile căreia se face captarea imaginii.

O idee clară despre compoziţia spectrală a radiaţiei produse de o sursă de lumină se poate obţine prin trasarea, în urma unor măsurători adecvate, a curbei sale de emisie.

În acest scop, se efectuează măsurători, astfel încît să se obţină la intervale regulate, de 10 nm de exemplu, intensitatea radiaţiilor cu diferite lungimi de undă ale spectrului. Valorile astfel obţinute se înscriu într-un sistem de coordonate, obţinîndu-se curba de emisie a sursei măsurate. Pe abscisă sînt înscrise lungimile de undă ale radiaţiilor vizibile, zona principală a spectrului vizibil fiind cuprinsă între 400 şi 700 nm. Pe ordonată se înscriu intensităţile relative. Relative, deoarece aici este vorba doar de a determina raportul de amestec al radiaţiilor vizibile în condiţii date, independent de nivelul de intensitate al sursei de lumină. Intensitatea relativă de 100% într-o curbă de emisie de acest tip arată, pentru o lumină dată, radiaţiile cu cea mai puternică intensitate din amestec. Toate celelalte, mai slabe, se definesc în raport cu acest nivel de intensitate.

Curbele de emisie sînt singurul mijloc de a pune clar în evidenţă, prin vizualizare, „calitatea" unei lumini, exprimată prin compoziţia sa spectrală. În planşa 8 sînt prezentate curbele de emisie ale cîtorva surse de lumină curente (A, B, C, D, E) ca şi a unei lămpi etalon (F), fabricată special pentru a emite o radiaţie cît mai apropiată de lumina albă ideală, avînd proporţii egale din toate radiaţiile spectrului vizibil. Cu ajutorul curbelor de emisie, se poate reprezenta şi amestecul aditiv al culorilor (planşa 9).

SURSE NATURALE DE LUMINĂ

Cea mai importantă sursă de lumină naturală pentru fotografie este evident soarele. După cum s-a arătat anterior, compoziţia luminii provenite de la soare variază mult, atît în funcţie de poziţia sa faţă de punctul de observaţie, cît şi de prezenţa în atmosferă a unor impurităţi, a norilor etc. În mod practic, trebuie luată în considerare nu numai lumina solară directă ci şi cea provenită de la cerul albastru, lumina de zi fiind un amestec al acestora.

Lumina de zi cu soare, în jurul orelor de prînz, are o culoare alb-albăstruie, datorită unui surplus de radiaţii albastre şi violete, în schimb dimineaţa sau la asfinţit apare o predominanţă galben-portocalie datorită excesului de radiaţii galbene şi roşii, ceea ce se constată prin examinarea curbelor de emisie C şi D din planşa 8. Aceste variaţii trebuie uneori compensate, după cum se va arăta mai tîrziu, printr-o filtrare judicioasă în momentul captării imaginii.

SURSE DE LUMINĂ ARTIFICIALĂ

Sursele de lumină artificială folosite în mod curent în fotografie sînt lămpile cu *incandescenţă* (obişnuite, supravoltabile şi cu halogeni) şi lămpile cu *descărcări în gaze* sau *luminiscente* (lampa fulger electronică, lămpile HMI). Din această ultimă categorie fac parte şi lămpile fluorescente. Deşi aceste surse nu sînt adecvate fotografiei color, deoarece emit un spectru discontinuu, cu vîrfuri pronunţate, ele vor fi totuşi descrise în cele ce urmează, întrucît sînt cazuri cînd este obligatoriu să se capteze imaginea în spaţii în care iluminatul ambiant este asigurat parţial sau total de surse fluorescente.

Lămpile cu incandescenţă

Elementul emiţător de lumină este un filament constituit de obicei din wolfram (tungsten), care este suspendat într-un balon de sticlă vidat sau umplut

cu un gaz inert. Prin trecerea unui curent electric, filamentul de wolfram este adus la incandescență și emite lumină avînd un spectru continuu. Pentru a se putea utiliza filamentul la o temperatură cît mai ridicată, balonul de sticlă este în majoritatea cazurilor umplut, după cum s-a mai spus, cu un gaz inert, care poate fi argonul, xenonul sau kriptonul. Temperatura atinge valori cuprinse între circa 2900°C și 3200°C, în funcție de tipul constructiv al lămpii. O tensiune prea redusă provoacă o pierdere considerabilă de lumină, în timp ce o supratensiune diminuează durata de viață a lămpii. Lumina emisă de lămpile cu incandescență obișnuite* conține relativ mai multe radiații roșii decît albastre, după cum se vede din planșa 8, A, iar emisia de radiații infraroșii este predominantă. Compoziția spectrală a luminii unei astfel de lămpi depinde de temperatura de lucru a filamentului ca și de starea sa de uzură. De-a lungul perioadei de funcționare, filamentul de wolfram se volatilizează și se depune pe pereții lămpii.

Aceasta conduce la scăderea randamentului luminos și la diminuarea suplimentară a cantității de radiații albastre, lumina emisă devine progresiv mai galbenă, afectînd culorile scenei cu o dominantă de aceeași natură.

Lămpile supravoltabile. Sînt alimentate cu o tensiune superioară celei care le-ar asigura o durată de funcționare normală (circa 1000 de ore pentru lămpile cu incandescență obișnuită). Supravoltarea are drept consecință creșterea randamentului luminos și o proporție de radiații roșii inferioară celei a lămpilor obișnuite. În schimb, durata lor de viață se reduce doar la cîteva ore sau zeci de ore. Pentru ca perioada de funcționare să nu fie foarte mult redusă, ele trebuie aduse la tensiunea de regim în mod treptat.

Lămpile cu halogen (cuarț-iod) au globul constituit din cuarț și conțin alături de gazul inert și o mică cantitate de iod. Acesta se combină cu atomii de wolfram emiși prin volatilizare de către filamentul incandescent și apoi îi redepune pe filament, împiedicîndu-i să se depună pe peretele interior al lămpii și să producă „afumarea" acestuia.

Datorită acestui ciclu halogenic de regenerare a filamentului, lămpile cuarț-iod prezintă avantajele unui randament luminos sporit, unei lumini mai albe și unei stabilități a caracteristicilor fotometrice pe toată durata de viață a lămpii.

Lămpile cu descărcări în gaze (luminiscente)

Emisia luminoasă a acestor surse se bazează pe fenomenul de electroluminiscență, provocat de descărcările în gaze ale curentului electric.

Lampa fulger electronică este constituită dintr-un tub de cuarț conținînd un gaz inert (xenon, de obicei) și doi electrozi legați la un condensator. Fulgerul electronic se produce la descărcarea condensatorului prin gazul ionizat de impulsul de înaltă tensiune.

Spectrul unei lămpi fulger electronice prezintă un număr mare de benzi spectrale apropiate, constituind un amestec ce poate fi asimilat unui spectru continuu de lumină de zi, cu un exces de radiații albastre față de aceasta (planșa 8, E).

Lămpile cu ioduri metalice (Metallogen) reprezintă cea mai modernă variantă a surselor cu descărcări folosite în fotografie și cinematografie. Acestea poartă diferite indicative (HMI, CSI, CID, MEI, etc.) în funcție de furnizor, de principiul de construcție, de temperatura de culoare echivalentă a luminii

* Destinate în special iluminatului casnic.

emise (v. III,1.4.) și de compoziția mediului în care se produc descărcările.

De fapt, acestea sînt surse de lumină cu vapori de mercur în care au fost adăugate ioduri ale unor metale alcaline și alcalino-pămîntoase (sodiu, indiu, litiu, cesiu, taliu, scandiu etc.).

La temperatura de funcționare a lămpii iodurile sînt disociate iar atomii metalici emit radiații vizibile de diferite culori în funcție de natura lor. Printr-o dozare judicioasă, de exemplu, a iodurilor de indiu (radiații albastre), taliu (radiații verzi) și scandiu (radiații roșii), se poate obține o emisie luminoasă a lămpii, apropiată de lumina de zi (temperatura de culoare echivalentă, aproximativ 5600 K). Spectrul este desigur discontinuu dar, ca și în cazul lămpii fulger electronice, numărul mare de linii spectrale aproximează într-o bună măsură spectrul continuu al luminii de zi.

Asemenea surse au avantajul unei eficacități luminoase ridicate, consumul energetic pentru aceeași iluminare fiind de circa 4 — 6 ori mai mic decît al lămpilor cu incandescență.

Lămpile fluorescente sînt constituite dintr-un tub de sticlă care conține un gaz inert* și o cantitate mică de vapori de mercur, peretele său interior fiind acoperit cu un strat de sare fluorescentă (luminofor). În momentul punerii sub tensiune, electrozii care se află la fiecare dintre cele două extremități ale tubului, se încălzesc și un impuls de tensiune provoacă descărcarea electrică în gaz și respectiv în vaporii de mercur. Prin descărcare, vaporii de mercur emit radiații ultraviolete care excită luminoforul. Acesta, la rîndul său, emite radiații vizibile. În funcție de natura luminoforului, lumina poate avea diferite compoziții (exces de radiații albastre cu o sare de magneziu, exces de radiații verzi cu o sare de zinc). Spectrul de radiații este discontinuu, fiecare substanță fluorescentă emițînd un spectru de linii distincte. Se poate ajunge la emisia unei lumini cît mai apropiate de lumina albă prin amestecarea judicioasă a sărurilor fluorescente. Rămîn totuși anumite linii privilegiate (vîrfuri pronunțate) în spectrul radiației acestor tipuri de lămpi, datorate radiației discontinue emise în vizibil de către vaporii de mercur, (planșa 8, *B*) ceea ce face ca fotografierea unor scene iluminate cu lămpi fluorescente să fie foarte delicată. Aceasta deoarece, deși ochiul uman nu sesizează prezența unor astfel de linii spectrale preponderente, pelicula le sesizează, conducînd la apariția unor dominante de culoare nedorite. Ameliorarea situației se poate face, după cum se va arăta mai departe, prin folosirea unor filtre speciale pentru iluminatul fluorescent.

TEMPERATURA DE CULOARE

Deși curbele de emisie caracterizează complet, din punct de vedere calitativ, sursele de lumină, ele nu pot servi în practică la compararea lor cu precizie și nici nu pot da indicații cantitative asupra modului în care trebuie acționat prin filtrare, pentru modificarea compoziției spectrale a luminii emise de surse. Din acest motiv, a fost necesară stabilirea unui parametru care să permită exprimarea culorii luminii printr-un număr. În acest scop a fost introdusă noțiunea de *temperatură de culoare*.

Pentru a da un înțeles asocierii cuvintelor *temperatură* și *culoare*, trebuie să ne referim la variațiile de culoare pe care le suferă un corp incandescent,

* Gazul inert utilizat la ora actuală este argonul, astfel că denumirea de lămpi cu neon, atribuită uneori lămpilor fluorescente, este improprie.

în funcție de temperatura la care este adus. Astfel, este cunoscut faptul că, încălzind treptat un metal, începînd de la circa 600° C, apar primele radiații vizibile, de culoare roșu închis, apoi, pe măsură ce temperatura crește, metalul capătă o culoare roșie din ce în ce mai deschisă care apoi devine, treptat, portocalie, galbenă, ajungînd alb-albăstruie la temperaturi mari. Se observă astfel o anumită relație între culoarea luminii emise și temperatura la care este adus metalul. De aici a rezultat expresia *temperatură de culoare*, introdusă pentru evaluarea cantitativă a compoziției spectrale a luminii. Alături de aceasta, pentru a exista un element de referință constant și precis cu care să se compare sursele de lumină, a fost introdusă și noțiunea de *corp absolut negru*. Corpul absolut negru este un corp ideal, existînd numai în teorie, care absoarbe complet toate radiațiile incidente indiferent de lungimea lor de undă, direcția și polarizarea lor (v. VIII.2.1). Corpul absolut negru prezintă proprietatea că, încălzit la o anumită temperatură, are pentru orice lungime de undă o putere radiantă maximă și mai mare decît a oricăror altor corpuri reale încălzite la aceeași temperatură și avînd aceeași suprafață de radiație. Din acest motiv corpul absolut negru a primit și numele de *radiator integral*.

Curbele de emisie (rezultate din calcule) ale corpului absolut negru la diferitele temperaturi sînr prezentate în planșa 10. Din aspectul acestora rezultă că la temperaturi relativ joase, în lumina emisă, predomină radiațiile roșii. Pe măsură ce temperatura se ridică, curbele tind să se aplatizeze, astfel încît, în jurul temperaturii de 5 500 K (T, în Kelvin = t° Celsius +273), curba de emisie este aproape orizontală, indicînd o proporție aproximativ egală de radiații roșii, verzi și albastre, adică emisia de lumină albă. Peste această temperatură, curbele (necuprinse în figură) indică creșterea treptată a ponderii radiațiilor albastre.

Conținutul radiației surselor de lumină reale se evaluează în raport cu emisia corpului absolut negru, prin temperatura lor de culoare.

Prin temperatura de culoare T a unei surse de lumină, se înțelege temperatura corpului negru, exprimată în grade Kelvin*, la care radiația lui are aceeași culoare (compoziție spectrală) ca și a radiației sursei luate în discuție.

Sistemul Mired

Fiecare temperatură de culoare poate fi exprimată, de asemenea, prin echivalentul său în „mired" (prescurtarea denumirii americane „micro-reciprocical-degrees"). Valoarea *mired* se obține aplicînd formula următoare

$$M\ (\text{mired}) = \frac{1\,000\,000}{T\ (\text{în K})}$$

Sistemul mired are avantajul că, pe scara sa de valori corespund intervale egale, la variație de culoare egale pentru ochiul uman**. Acest fapt este deosebit de important pentru calculul valorilor filtrelor în vederea adaptării surselor de lumină la caracteristicile spectrale ale materialelor fotosensibile color.

* La ora actuală, se folosește din ce în ce mai frecvent ca unitate de măsură nu *gradul* Kelvin, ci Kelvinul. Se folosesc expresii ca: temperatură de culoare de 4 000 Kelvini, de exemplu.

** În unități Kelvin, această relație are un caracter neliniar.

Extinderea noțiunii de temperatură de culoare

Prin definiție, noțiunea de temperatură de culoare se aplică unor surse a căror radiație este pur termică, adică depinde exclusiv de temperatura la care este adus elementul radiant (filamentul unei lămpi, de exemplu). Această radiație este continuă, ceea ce înseamnă că toate radiațiile spectrului vizibil ca și cele infraroșii și ultraviolete sînt reprezentate în ea.

Noțiunea de temperatură de culoare s-a extins și la surse neincandescente. Astfel, cînd se atribuie temperatura de culoare de 10 000 K, luminii emise de cerul albastru de exemplu, aceasta înseamnă că ea este echivalentă cu cea emisă de un corp negru adus la temperatura de 10 000 K. Este vorba de fapt de o temperatură de culoare echivalentă dar de o precizie încă suficientă pentru necesitățile practicii fotografice. Această noțiune nu mai este însă valabilă în domeniul fotografic pentru sursele care au un spectru discontinuu, format din linii sau benzi spectrale cum sînt, de exemplu, sursele fluorescente. Curbele lor de emisie au o formă foarte diferită de cele ale surselor de radiație termică, prezentînd maxime pronunțate (planșa 8, B). Deși cu aceste surse este posibil să se obțină o lumină cu același aspect ca și cea furnizată de sursele cu radiație termică, acțiunea lor asupra materialelor fotografice color este foarte diferită. Deși sînt disponibile filtre speciale pentru fotografiere în condiții de iluminare fluorescente, este de recomandat ca aceste situații să fie pe cît posibil evitate.

TEMPERATURA DE CULOARE A PRINCIPALELOR SURSE DE LUMINĂ

Valorile temperaturii de culoare a surselor de lumină naturale și artificiale utilizate în mod curent în fotografie, în Kelvin și Mired, sînt prezentate

Tabelul 1

Temperatura de culoare a principalelor surse de lumină utilizate în fotografie

Sursa de lumină	Temperatura de culoare KELVIN	Mired
Flacăra chibritului	1 700	588
Flacăra luminării	1 850	541
Lumină solară la răsărit sau apus	2 000	500
Lampa cu incandescență pentru iluminatul casnic	2 600 — 2 900	346 — 305
Lampă cu incandescență supravoltabilă	3 200	313
Lampă cu halogen	3 200	313
Lumina solară, la o oră după răsărit	3 500	286
Clar de lună	4 000	250
Lampă CSI	4 200	238
Media luminii solare, vara, la prînz	5 400	185
Lampă CID	5 600	182
Lampă HMI	5 600	182
Lampă fulger electronică	5 600 — 6 500	181 — 153
Lumină medie de zi (soare + cer albastru) vara	6 500	153
Soare acoperit și cer albastru	8 000 — 10 000	125 — 100
Cer albastru spre nord	20 000 — 30 000	50 — 33

în tabelul 1. În tabel este cuprinsă și temperatura de culoare a luminii lunii, care este un caz special de sursă de lumină. Ea este o sursă naturală secundară, reflectînd lumina solară. După cum se vede din tabel, temperatura de culoare a luminii solare variază în diferite momente ale zilei (planșa 3), sau în funcție de starea atmosferei.

2. SURSE DE LUMINĂ SECUNDARE. CULOAREA CORPURILOR

La incidența unui fascicol de lumină provenit de la o sursă primară cu un obiect, se pot manifesta următoarele fenomene fizice: absorbția, reflexia și transmisia.

Radiațiile reflectate sau transmise conferă obiectelor respective caracterul unor surse de lumină secundare. Aplicarea principiului conservării energiei în acest caz se regăsește sub forma așa-numitei legi RAT:

$$R + A + T = S$$

adică „suma energiilor luminoase purtate de radiațiile reflectate (R), absorbite (A) și transmise (T), este egală cu energia primită de la sursă (S)".

În majoritatea cazurilor întîlnite în practică se manifestă cu precădere doar cîte două dintre cele trei fenomene amintite mai sus:

Absorbția și reflexia

Este cazul obiectelor opace, la care transmisia este neglijabilă sau nulă, legea RAT devenind $A + R = S$, ceea ce are drept consecință, în acest caz, faptul că absorbția și reflexia sînt complementare.

Absorbția și transmisia

Este vorba de obiecte *transparente* la care reflexia este neglijabilă (vitralii, diapozitive, FILTRE FOTOGRAFICE etc.), iar legea RAT devine $A + T = S$, de această dată absorbția fiind complementară transmisiei.

Reflexia și transmisia

Din categoria obiectelor care despart un fascicol luminos într-o parte reflectată și una transmisă, absorbția lor fiind neglijabilă, fac parte și *oglinzile semitransparente*. În acest caz legea RAT capătă forma $R + T = S$. În tehnica modernă se utilizează așa-numitele oglinzi dicroice reprezentînd filtre interferențiale, care au aplicații și în tehnica fotografică. Deoarece acestora li se va dedica un paragraf special (V. 7), în cele ce urmează vor fi luate în considerare doar obiectele opace și cele transparente.

CURBE DE REFLEXIE ȘI DE TRANSMISIE

Așa cum se poate reprezenta compoziția luminii emise de o sursă primară cu ajutorul curbelor de emisie, tot așa pot fi trasate și curbele compoziției undelor luminoase reflectate, respectiv transmise.

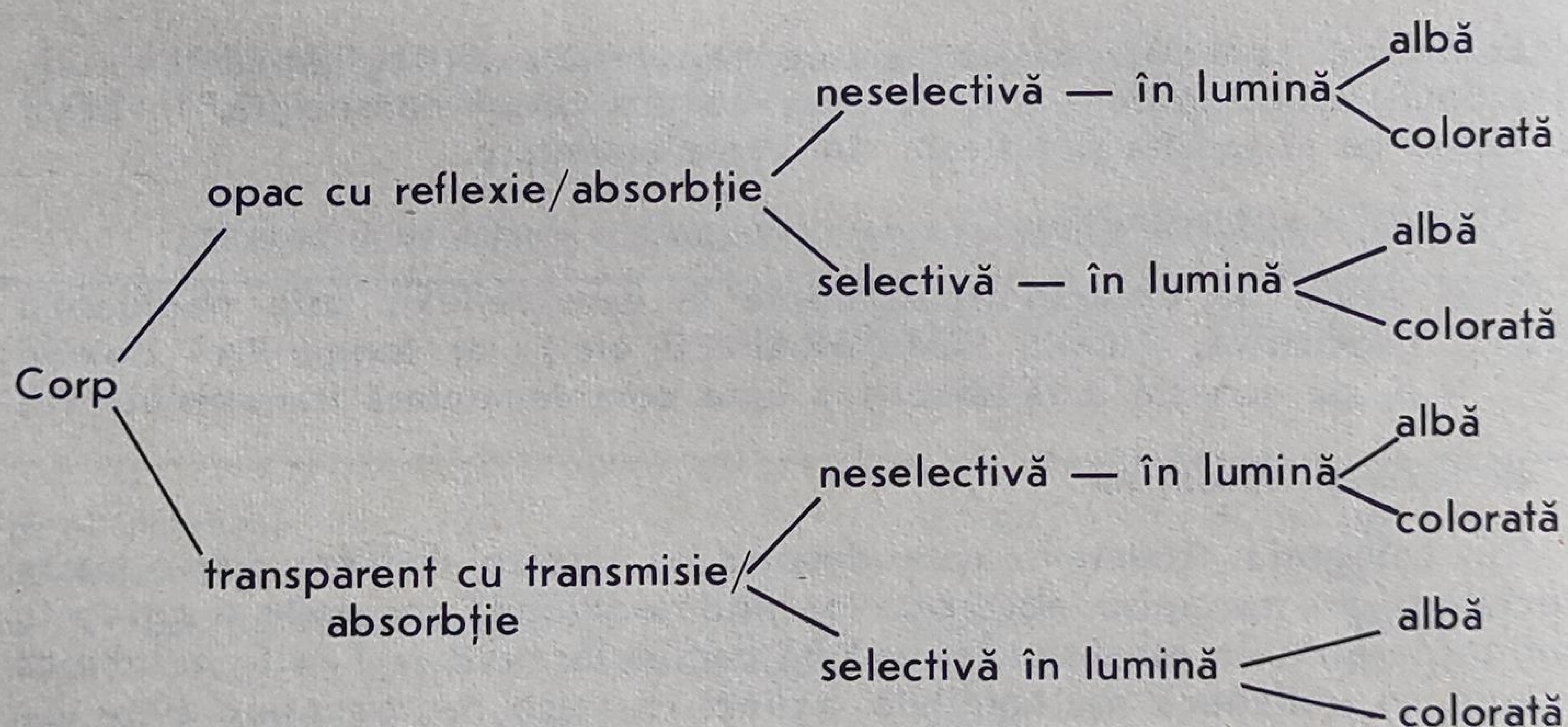
Principiul de trasare este același ca în cazul curbelor de emisie: pe abscisă se înscriu valorile lungimilor de undă ale radiațiilor monocromatice, iar pe ordonată se trec intensitățile relative ale radiațiilor reflectate, respectiv transmise.

În planșa 11 sînt prezentate curba de reflexie a unui obiect opac verde (*A*) și curba de transmisie a unui filtru roșu portocaliu (*B*).

Avînd în vedere că, în cazul obiectelor opace, reflexia este complementară absorbției iar în cazul obiectelor transparente, transmisia este de asemenea complementară absorbției, curbele de reflexie și cele de transmisie reprezintă în același timp și curbele de absorbție ale obiectelor opace, respectiv transparente. În planșa 11 *A* și *B*, suprafața delimitată de curbă în partea superioară a graficului, avînd culoarea neagră, reprezintă proporția de radiații absorbite de corpurile respective.

CULOAREA CORPURILOR

Valorile necesare pentru trasarea curbelor de reflexie și transmisie reprezentate în planșa 11, *A* și *B* au fost măsurate în condițiile iluminării cu lumină albă standardizată (radiațiile componente avînd aceeași intensitate), culoarea corpului opac și a celui transparent depinzînd exclusiv de *proprietățile* materialelor din care sînt alcătuite. Dar culoarea unui corp depinde și de *compoziția spectrală* a radiațiilor care îl iluminează. În funcție de aceste două elemente, în practică se pot întîlni următoarele cazuri:



A. CORP OPAC

A.1. *Corp opac cu reflexie neselectivă, aflat în lumină albă*

În acest caz se întîlnesc trei situații:

— reflexie totală (absorbția neglijabilă) corpul este alb;

— absorbție totală (transparența neglijabilă sau nulă) corpul apare negru;

— raportul absorbție/reflexie avînd diferite valori, corpul apare gri. Nuanța de gri devine din ce în ce mai apropiată de negru, pe măsura creșterii acestui raport.

A.2. Corp opac cu reflexie neselectivă, aflat în lumină colorată

Aici se întîlnesc aceleași trei cazuri:
— reflexie totală — corpul apare în culoarea luminii cu care este iluminat;
— absorbție totală — corpul apare negru;
— raportul absorbție/reflexie are o anumită valoare — corpul apare în aceeași culoare cu a luminii dar cu o componentă de gri.

A.3. Corp opac cu reflexie selectivă, aflat în lumina albă

Corpul apare colorat în funcție de porțiunea din spectrul luminii albe pe care o reflectă. O tomată apare roșie datorită faptului că ea absoarbe radiațiile verzi și albastre și le reflectă pe cele roșii (planșa 12, *A*).

A.4. Corp opac cu reflexie selectivă, aflat în lumină colorată

Corpul apare colorat în culoarea radiațiilor care se găsesc atît în curba de emisie a sursei cît și în curba sa de reflexie. În planșa 11, corpul avînd curba de reflexie *C* și fiind iluminat de o sursă avînd curba de emisie *D*, apare colorat conform curbei de reflexie *E*. Partea reprezentată în *F* nu mai este vizibilă. Corpul capătă un aspect azuriu. Dacă cele două caracteristici nu conțin radiații cu aceeași lungime de undă, corpul apare negru.

B. CORP TRANSPARENT

B.1. Corp transparent cu transmisie neselectivă, aflat în lumină albă

Se întîlnesc două cazuri*:
— transmisie totală (absorbție neglijabilă) corpul este incolor (invizibil). Un exemplu de acest tip este aerul. Unele sticle de bună calitate se apropie de acest caz;
— raportul absorbție/transmisie are diferite valori. Corpul apare gri. Nuanța de gri se apropie de negru, pe măsură ce valoarea raportului crește.

B.2. Corp transparent cu transmisie neselectivă aflat în lumină colorată

Se întîlnesc aceleași două cazuri:
— transmisie totală — corpul apare în aceeași culoare ca a sursei;
— raportul absorbție/transmisie are anumite valori — corpul păstrează aceeași culoare cu a luminii emise de sursă, dar cu o componentă de gri care este cu atît mai intensă cu cît raportul este mai mare.

Din categoria corpurilor transparente neselective fac parte filtrele fotografice cu densitate neutră.

B.3. Corp transparent selectiv aflat în lumină albă

Corpul apare colorat în culoarea radiațiilor pe care le transmite, (planșa 12, *B*).

B.4. Corp transparent selectiv examinat în lumină colorată

Corpul apare colorat în radiațiile care se găsesc atît în curba de emisie a sursei cît și în curba sa de transmisie. Cel mai elocvent este cazul amestecului

* În cazul absorbției totale (transmisie nulă) corpul nu mai face parte din categoria celor transparente, fiind complet opac.

subtractiv al culorilor. La suprapunerea, de exemplu, a filtrului galben, care „emite" prin transmisie radiațiile componente ale galbenului (roșii și verzi), cu filtrul azuriu, a cărei curbă de transmisie conține radiațiile verzi și albastre, singurele care străbat această pereche de filtre, sînt radiațiile comune: cele verzi. Un obiect transparent galben, examinat în lumina azurie, apare verde.

Majoritatea filtrelor fotografice sînt corpuri transparente cu acțiune selectivă asupra luminii.

IV

Materiale fotosensibile moderne

1. CLASIFICAREA MATERIALELOR FOTOSENSIBILE

Materialele fotosensibile utilizate în faza de captare a imaginii, la fotografiere și filmare, se împart — din punct de vedere al modului în care redau culorile subiectului — în filme *alb-negru* și filme *color.*

Imaginea fotografică alb-negru redă doar diferențele de strălucire a elementelor subiectului fotografiat, culorile fiind restituite prin tonuri de gri. Imaginea color redă atît diferențele de strălucire cît și cele de nuanță și saturație ale culorilor componentelor scenei reproduse.

Din punct de vedere al redării strălucirilor originalului fotografiat, în imaginea apărută după developarea filmelor, acestea pot fi de tip *negativ* sau de tip *reversibil.*

Un film negativ furnizează o imagine avînd o repartizare inversă a transparențelor în raport cu strălucirile originalului. Porțiunilor cu străluciri maxime ale acestuia le corespund zone cu densitate maximă (transparență minimă) în imagine, iar strălucirile minime sînt reproduse prin densități minime (transparențe maxime) pe film. În limbajul fotografic curent, pentru strălucirile extreme ale subiectului se folosesc termenii de *lumini* și *umbre* ale acestuia. În cazul imaginii filmelor negative color, mai apare o inversare: fiecare culoare din subiectul fotografiat este redată, pe film, prin complementara sa.

Pentru a se ajunge la o imagine fotografică corespunzătoare originalului atît în redarea strălucirilor cît și a culorilor, este necesar ca negativul să se copieze pe un alt material fotosensibil, care poartă denumirea de pozitiv. Reproducerea pe această cale a imaginii se numește proces *negativ-pozitiv.*

Filmul *reversibil* permite, printr-un proces de prelucrare adecvat, să prezinte direct, fără copieri suplimentare, o imagine pozitivă .

2. CARACTERISTICILE FILMELOR NEGATIVE ȘI REVERSIBILE

Pentru caracterizarea acestor materiale fotosensibile, se utilizează o serie de parametri, dintre care cei a căror cunoaștere este obligatorie pentru folosirea corectă a filtrelor sînt:

— sensibilitatea generală;
— sensibilitatea spectrală;
— latitudinea de expunere.

SENSIBILITATEA GENERALĂ

Filmele fotografice sînt mai mult sau mai puțin sensibile la lumină. Cu cît un film este mai sensibil, cu atît el are nevoie de mai puțină lumină pentru a da naștere unei imagini corect expuse, în condițiile aceluiași timp de expunere.

Sensibilitatea generală se exprimă în diferite sisteme de unități, dintre care cele mai răspîndite sînt:

— sistemul american ASA (American Standard Association), ale cărui unități sînt stabilite conform unei progresii geometrice: astfel, un film de 160 ASA, este de patru ori mai sensibil decît unul de 40 ASA și de două ori mai puțin sensibil decît unul de 320 ASA;

— sistemul german *DIN* (Deutsche Industrische Normen), la care sensibilitatea se dublează din 3 în 3 grade DIN. Astfel, un film de 20° DIN este de două ori mai sensibil decît unul de 17° DIN și de patru ori mai puțin sensibil decît unul de 26° DIN;

— sistemul sovietic *GOST* (Gosudarstvennîi Standard), este asemănător cu sistemul ASA, dar cu valori numerice ale sensibilității, mai mici.

Corespondența între valorile de sensibilitate în grade DIN, indici ASA și unități GOST este prezentată în tabelul 2.

Tabelul 2

Corespondența aproximativă dintre valorile sensibilității în diferite sisteme sensitometrice

°DIN	ASA	GOST	°DIN	ASA	GOST
7	4	3,5	22	125	115
9	6	5	23	160	144
11	10	9	24	200	180
12	12	11	25	250	230
13	16	15	26	320	280
14	20	18	27	400	350
15	25	22	28	500	460
16	32	29	29	650	550
17	40	36	30	800	700
18	50	45	31	1 000	900
19	64	59	32	1 250	1 100
20	80	70	33	1 600	1 400
21	100	90	34	2 000	1 800
			35	2 500	2 200
			36	3 200	2 800

SENSIBILITATEA SPECTRALĂ

Sensibilitatea spectrală a unui film exprimă capacitatea sa de a fi mai mult sau mai puțin sensibil la radiații avînd lungimi de undă diferite.

În fotografia alb-negru, un film ideal este acela care furnizează o imagine ale cărei tonuri de gri — în pozitivul copiat de pe negativ sau în diapozitivul obținut direct pe film reversibil — corespund impresiilor de strălucire pe care le are un observator, cînd examinează culorile subiectului fotografiat. Filmele negative și reversibile alb-negru produse în prezent și purtînd denumirea de pancromatice au o caracteristică a sensibilității spectrale aproape constantă pentru domeniul spectral vizibil. Diferența între aceasta și caracteristica relativă spectrală a ochiului* face necesară, adeseori, intervenția filtrelor.

Filmul ideal pentru fotografia color trebuie să asigure reproducerea fidelă a culorilor, atît în lumină de zi cît și în lumină de incandescență. Dată fiind marea varietate a compoziției spectrale a diferitelor surse de lumină și imposibilitatea practică de a se produce un film „universal" de bună calitate**, fabricanții de filme au ales soluția rezonabilă de a pune la dispoziție două mari categorii de filme color:

— *filme de tip „lumină de zi"*, echilibrate pentru temperatură de culoare 5500 — 6000 K (lumina zilei la orele de prînz, lumina lămpilor fulger electronice etc.);

— *filme tip „lumină de incandescență"*, echilibrate pentru temperatură de culoare 3200 sau mai rar 3400 K (lămpi cu halogen, lămpi supravoltabile etc.).

Se spune despre un film color că este echilibrat pentru o anumită temperatură de culoare, cînd este astfel constituit încît să asigure reproducerea optimă a culorilor unui subiect iluminat de o sursă de lumină avînd acea temperatură de culoare.

Ori de cîte ori o anumită iluminare nu corespunde sensibilității spectrale a filmului, este necesară utilizarea filtrelor. Acestea modifică, după cum s-a arătat, compoziția spectrală a luminii respective, aducînd-o la cea pentru care filmul a fost echilibrat.

În astfel de cazuri, filtrarea este absolut obligatorie la filmele reversibile. Filmele negative, ale căror culori pot fi corectate, în bună măsură, în procesul de copiere în pozitiv, prin filtrare, permit fotografierea fără filtre de corecție, în cazurile în care diferențele între caracteristicile spectrale ale sursei și filmului, nu sînt mari.

LATITUDINEA DE EXPUNERE

Diferitele suprafețe ale unui subiect fotografiat emit mai mult sau mai puțină lumină sau, cum se mai spune, au o luminanță mai mare sau mai mică. În funcție de compoziția subiectului, de iluminarea sa, intervalul între luminanțele extreme poate fi de asemenea mai mic sau mai mare.

* Caracteristica vizibilității relative spectrale a ochiului prezintă un maximum pronunțat în zona centrală a spectrului, cu valori minime la extremitățile sale (v. fig. 1).

** Filmele așa-numite universale, de exemplu filmul negativ ORWOCOLOR NC 19, echilibrat pentru circa 4 000 K, reprezintă numai un compromis care, pentru rezultate optime, necesită o filtrare corespunzătoare la fotografiere.

Aceste intervale nu sînt întotdeauna înregistrate corect de către materialul fotosensibil. Se numește *latitudine de expunere* a unui material fotosensibil, intervalul maxim de luminanțe pe care acesta le poate înregistra corect. Latitudinea de expunere condiționează, pe de altă parte, toleranțele de expunere, adică eroare pe care o poate accepta materialul față de expunerea optimă. Toleranțele de expunere sînt cu atît mai mari cu cît latitudinea de expunere este mai mare. De reținut că toleranțele de expunere (exprimate de obicei în diafragme sau fracțiuni ale acestora) sînt mici mai ales la filmele color și, în special, la cele reversibile.

3. COMPARAȚIE ÎNTRE SISTEMELE NEGATIV-POZITIV ȘI REVERSIBIL

Luînd în considerare diverse criterii, fiecare dintre aceste două sisteme are avantaje și dezavantaje, alegerea trebuind a fi făcută pentru fiecare situație în parte, în funcție de mijloace, scop, grad de operativitate cerut, etc.

— Imaginea de pe filmul negativ se copiază pe hîrtie fotografică de diferite mărimi, permițînd examinarea directă a scenei reproduse. Imaginea filmelor reversibile, sub formă de diapozitive, necesită existența unui diaproiector. Pe de altă parte, imaginea diapozitivului, proiectată la dimensiuni mari pe un ecran cu bune calități de reflexie, poate oferi satisfacții mult mai mari autorului sau beneficiarului ei, decît examinarea fotografiilor aceluiași subiect.

— Sistemul reversibil este mai operativ decît cel negativ-pozitiv și nici nu necesită existența unui laborator fotografic complex pentru mărirea negativului pe hîrtie fotografică și developarea acesteia.

— Filmul negativ are o latitudine de expunere și deci și toleranțe mai mari decît filmul reversibil care, în consecință, cere mult mai multă exigență în ceea ce privește precizia expunerii.

— În schimb, sistemul reversibil permite ca, printr-o developare „forțată", să se obțină un cîștig de sensibilitate, și astfel să se obțină imagini corecte și în cazul în care se lucrează în condiții de iluminare insuficientă. Negativele fotografice color actuale nu permit obținerea unui cîștig de sensibilitate printr-o developare specială.

— În legătură cu multiplicarea unui diapozitiv, există fie posibilitatea fotografierii sale în raport 1 : 1, pe un alt film reversibil, fie copierea sa prin contact pe un material reversibil de copiere, fie, în sfîrșit, copiere pe hîrtie fotografică reversibilă. Toate aceste procedee produc o anumită scădere de calitate. Din acest motiv, cînd se dorește obținerea mai multor diapozitive ale aceluiași subiect este recomandabil să se procedeze la o fotografiere repetată a acestuia. Negativul este, în acest caz, mai avantajos: el poate fi copiat pe hîrtie sau pe film color pozitiv, obținîndu-se numărul dorit de exemplare cu o calitate optimă și egală.

— Pentru lucrările tipografice se preferă imaginile diapozitivelor, în locul fotografiilor pe hîrtie.

— Din punct de vedere economic și al cerințelor de dotare, sistemul reversibil este mult mai economic.

Tabelul 3 cuprinde în mod sintetic concluziile acestei comparații.

Tabelul 3

Comparaţie între sistemul negativ-pozitiv şi sistemul reversibil

Criteriul	Negativ-pozitiv	Reversibil
1. Modul de examinare a imaginii	+	—
— necesităţi de dotare	+	—
— impresie artistică	—	+
2. Operativitate, complexitate tehnologică	—	+
3. Latitudine de expunere	+	—
4. Posibilitatea cîştigului de sensibilitate	—	+
5. Posibilităţi de multiplicare	+	—
6. Cerinţe pentru tipografie	—	+
7. Criterii economice	—	+

4. MATERIALE FOTOSENSIBILE COLOR MODERNE

Ţinînd seama că, la ora actuală, în lumea fotografilor amatori şi profesionişti, imaginea alb-negru pierde treptat teren, în enumerarea care urmează, se vor furniza informaţii numai despre filmele negative şi reversibile color.

De altfel, filmele alb-negru sînt, indiferent de furnizor, destul de asemănătoare, atît ca proprietăţi, cît şi ca prelucrare.

Principalele produse color oferite de diferiţi fabricanţi, în prezent, sînt cuprinse în tabelele 4 şi 5. La rubrica observaţii au fost menţionate, prin valoarea temperaturii de culoare, filmele destinate a fi utilizate în lumina de incandescenţă, marea majoritate a filmelor fotografice fiind destinate lucrului în condiţii de lumină naturală, de zi. Mai trebie remarcat faptul că, de regulă, filmele color negative poartă în denumirea lor sufixul COLOR, iar cele reversibile, sufixul *CHROM*.

Tabelul 4

Filme fotografice negative color disponibile în prezent pe piaţa mondială

Denumirea produsului	Firma	Sensibilitatea generală		Observaţii
		DIN	ASA	
Orwocolor NC 19	ORWO (R.D.G)	19	64	4 200 K (film „universal")
Orwocolor NC 20	ORWO	20	80	
Agfa CNS	Agfa-Gevaert (R.F.G.)	20	80	
Agfacolor 80 S	Agfa-Gevaert	20	80	
Agfacolor N 80 L	idem	20	80	3 200 K
Agfacolor N 100 S	idem	21	100	
Orwocolor NC 21	ORWO	21	100	

AZOCOLOR 100	AZOMUREȘ (ROMÂNIA)	21	100	
Kodacolor II	Kodak (S.U.A., Anglia, Franța, Australia etc.)	21	100	
Vericolor II S (profesional)	idem	21	100	
Vericolor II (comercial)	idem	21	100	
Fujicolor HR 100	Fuji (Japonia)	21	100	
Ilfocolor II S	Ilford (Anglia)	21	100	
Vericolor II L (profesional)	Kodak	22	125	3 200 K
Agfacolor 400 CNS	Agfa-Gevaert	27	400	
Fujicolor HR 400	Fuji	27	400	
Kodacolor 400	Kodak	27	400	
Agfacolor XRS 1000	Agfa-Gevaert	31	1000	
Ilfocolor HR 1000	Ilford	31	1000	
Kodacolor VR 1000	Kodak	31	1000	
Fujicolor HR 1600	Fuji	33	1600	

Tabelul 5

Filme fotografice reversibile color, disponibile în prezent pe piața mondială

Denumirea produsului	Firma	Sensibilitatea		Observații
		DIN	ASA	
Kodachrome 25	Kodak	15	25	
Orwochrom UK 17	ORWO	17	40	3 200 K
Orwochrom UT 18	ORWO	18	50	
Ektachrome EPY 50	Kodak	18	50	3 200 K
Agfachrome 50 S	Agfa-Gevaert	18	50	
Agfachrome 50 L	Agfa-Gevaert	18	50	3 200 K
Agfacolor CT 18	Agfa-Gevaert	18	50	
Kodachrome 64	Kodak	19	64	
Ektachrome 64 6117	Kodak	19	64	
Ektachrome ER 64	Kodak	19	64	
Agfacolor CT 110/126	Agfa-Gevaert	19	64	
Ektachrome IR	Kodak			Pentru fotografia în domeniul infraroșu
Orwochrom UT 20	ORWO	20	80	
Agfacolor CT 21	Agfa-Gevaert	21	100	
Agfachrome R 100 S	Agfa-Gevaert	21	100	
Fujichrome 100 RD	Fuji	21	100	
Ektachrome EPT 160	Kodak	23	160	3 200 K
Orwochrom UT 23	ORWO	23	160	
Ektachrome ED 200	Kodak	24	200	
Ektachrome EL 400	Kodak	27	400	
Fujichrome 400	Fuji	27	400	
Agfachrome 1000 RS	Agfa-Gevaert	31	1 000	
Ilfochrome 1000	Ilford	31	1 000	
Colorslide 1000	3 M	31	1 000	
Ektachrome 800 — 1600	Kodak	33	1 600	Cu developare forțată
Fujichrome P 1600 D	Fuji	33	1 600	

V

Cunoștințe generale despre filtre

Acest capitol a fost introdus în sumarul lucrării în intenția de a se prezenta cititorului, într-un mod grupat, o serie de informații valabile pentru majoritatea tipurilor de filtre. Cunoștințele respective se referă la caracteristicile optice ale filtrelor și la influența lor asupra stabilirii expunerii, la materialele utilizate pentru confecționare și la cerințele privind manipularea și întreținerea filtrelor, la formele și dimensiunile filtrelor și la sistemele de fixare a acestora pe obiective, la exploatarea fenomenului de interferență în straturi subțiri în tehnologia filtrelor și, în sfîrșit, la producătorii mondiali de filtre și la sistemele de filtre propuse de aceștia.

1. CURBA DE ABSORBȚIE

NOȚIUNEA DE DENSITATE

Într-un capitol anterior, s-a arătat, că, pentru corpurile transparente, reflexia fiind neglijabilă, fenomenele care trebuie luate în considerare sînt absorbția și transmisia.

Pentru astfel de corpuri, categorie din care fac parte și filtrele, raportul dintre fluxul luminos transmis (emergent) și cel recepționat (incident) caracterizează transmisia acestora (*T*), mărime care se exprimă în procente.

Din motive de comoditate în calcule, în practica utilizării filtrelor se folosește noțiunea de densitate (*D*), care este logaritmul zecimal al valorii inverse a transmisiei:*

$$D = \lg$$

De exemplu, un filtru avînd transmisia de 50% va avea densitatea 0,3, deoarece:

$$T = \frac{50}{100} \qquad \frac{1}{T} = \frac{100}{50} = 2 \text{ iar } \log 2 = 0{,}3.$$

Deci, un filtru avînd $D = 0{,}3$, transmite jumătate din lumina incidentă.

* Valoarea inversă a transmisiei, se numește opacitate (O).

CURBA DE ABSORBȚIE

Caracterizarea unui filtru printr-o valoare unică de densitate este valabilă numai în cazul în care filtrul manifestă o absorbție egală pentru toate componentele spectrului. Avînd în vedere însă, că majoritatea filtrelor prezintă o selectivitate mai mică sau mai mare în absorbție, în funcție de lungimea de undă, cînd se vorbește de densitatea unui filtru, trebuie specificată și λ pentru care el are această densitate. Deci, unul și același filtru poate avea densități diferite față de lungimi de undă diferite. Variația densității unui filtru cu λ se reprezintă prin curba sa de absorbție, densitatea reprezentînd absorbția sub formă logaritmică.

Abscisa sistemului de coordonate este divizată în valori ale lungimii de undă. Ordonata prezintă o dublă divizare: în valori de densitate (scara logaritmică) și de transmisie (scară lineară). Curba de absorbție vizualizează caracteristicile spectrale ale filtrelor și este de obicei cuprinsă în documentația tehnică însoțitoare a acestora. Din examinarea unei astfel de curbe, se pot obține informațiile necesare anticipării efectului filtrării. Să luăm de exemplu curba de absorbție (fig. 2) a unui filtru de conversie Wratten 85 B, folosit

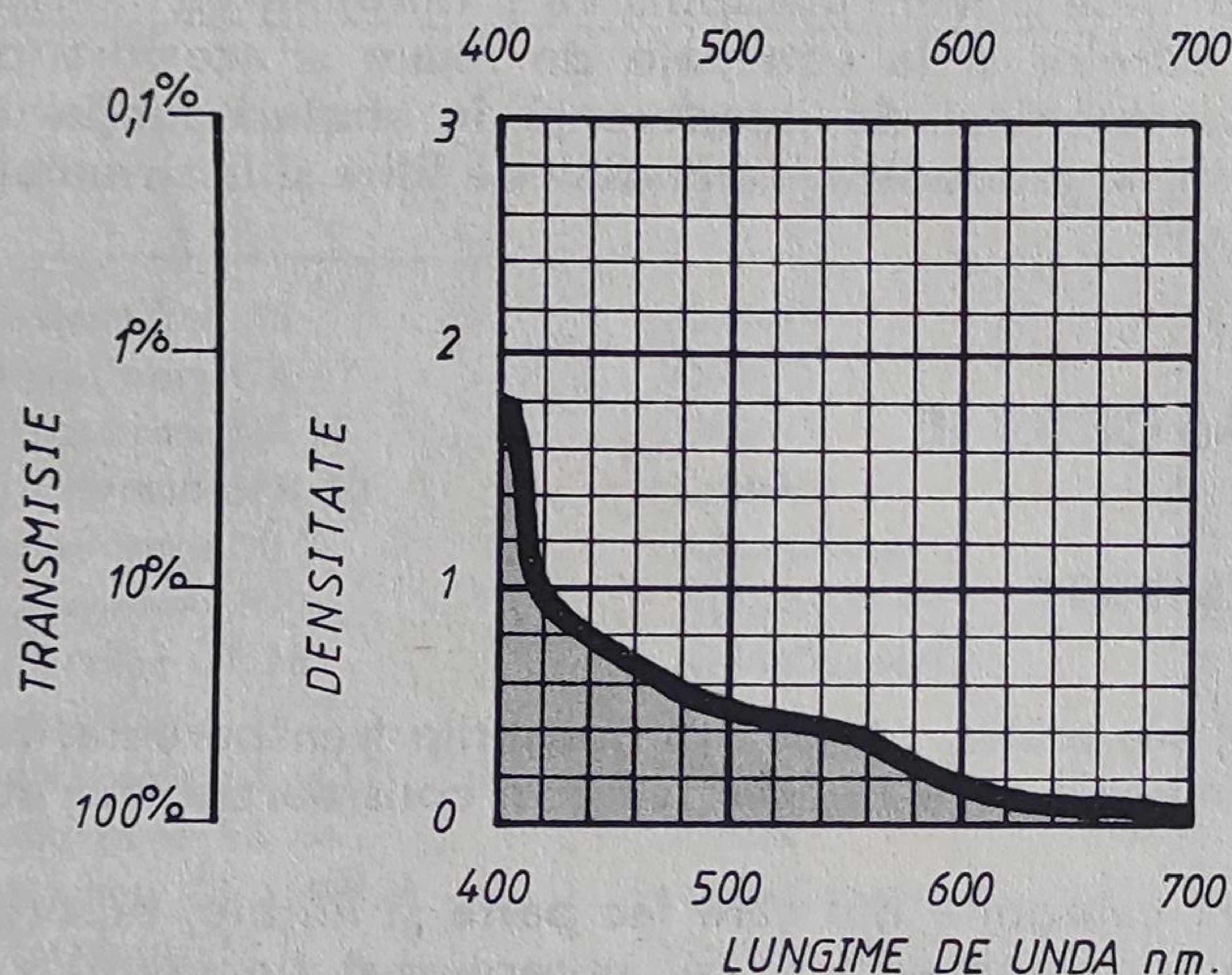


Fig. 2. Curba de absorbție a unui filtru de conversie Wratten 85 B.

pentru fotografierea în condiții de lumină de zi cu un film echilibrat pentru lumină artificială de incandescență:

— la 400 nm, densitatea are valoarea 1,8, netransmițîndu-se decît 1,58% din radiațiile din această zonă. Altfel spus, violetul este practic complet absorbit;

— la 470 nm densitatea este de 0,56. Albastrul trece în proporție de 30%;

— la 520 nm, $D = 0{,}39$. Filtrul lasă să treacă 40% din verde;

— la 580 nm, $D = 0{,}17$. Galbenul trece în proporție de 68%;

— la 600 nm și mai departe, radiațiile portocalii și roșii sînt transmise în proporție de 90%.

Un astfel de filtru, prin absorbția sa crescătoare a radiațiilor, pe măsura micșorării lungimii lor de undă, permite reducerea radiațiilor albastre din spectrul luminii de zi și folosirea în consecință a unui film echilibrat pentru lumină de incandescență.

2. FACTORUL FILTRULUI

Traversînd filtrul, fascicolul de lumină formator de imagine ajunge prin obiectiv la film, mai mult sau mai puțin diminuat. Pierderea de lumină trebuie compensată printr-o creștere corespunzătoare a expunerii.

Numărul cu care trebuie multiplicată expunerea se numește *factorul* sau *coeficientul* filtrului. Un filtru avînd un factor egal, de exemplu, cu 2, necesită dublarea expunerii stabilite pentru cazul fotografierii în absența acestuia.

Valorile factorilor filtrelor utilizate în mod curent în fotografia și cinematografia alb-negru și color variază între 1, caz în care expunerea nu trebuie modificată, și 8.

Expunerea este definită ca produsul dintre iluminarea* primită de film și timpul** în care primește această iluminare. În consecință, pentru modificarea expunerii se poate *acționa fie asupra unuia dintre factori fie asupra celuilalt, fie, în sfîrșit, asupra amîndorura, simultan****.

Deci, pentru compensarea pierderii de lumină în cazul folosirii unui filtru cu factorul 4, avînd, de exemplu, parametrii de expunere stabiliți pentru fotografierea fără filtru, diafragma 11 și timpul de expunere 1/125 s, se poate acționa în următoarele 3 variante:

— deschiderea diafragmei la valoarea 5,6;

— utilizarea unui timp de expunere de 2/30 s;

— deschiderea diafragmei la valoarea 8 și mărirea timpului de expunere la 1/60 s.

METODE DE DETERMINARE A COMPENSĂRII FILTRĂRII

În multe cazuri factorul filtrului nu este exprimat printr-un număr întreg. Pentru evitarea unor calcule anevoioase, menite să determine modificarea necesară expunerii, se pot folosi datele din tabelul 6, în care se dă direct

* Pentru reglarea iluminării, aparatele fotografice sînt prevăzute cu sistemul de diafragmă. Acesta este reprezentat pe obiectivul fotografic printr-o scală marcată pe inelul de diafragme ale cărei valori sînt astfel stabilite încît schimbarea reglării obiectivului de la o gradație la cea învecinată, determină mărirea (sau diminuarea) de două ori a iluminării filmului. Valorile diafragmelor au fost standardizate și, pentru obiectivele uzuale, sînt cuprinse între 1,4 și 22, în următoarea succesiune:

1,4 — 2 — 2,8 — 4 — 5,6 — 8 — 11 — 16 — 22.

Pe măsura deschiderii diafragmei, ceea ce corespunde la o mărire a iluminării, numerele de diafragmă scad ca valoare. De exemplu, trecerea de la diafragma 8 la 5,6 echivalează cu o dublare a iluminării.

** Timpul în care este expus filmul se stabilește prin reglarea vitezei obturatorului aparatului fotografic. Ca și valorile diafragmei, și timpii de expunere pe care îi pot asigura aparatele de fotografiat au fost standardizați. Progresia a fost stabilită de asemenea astfel încît, prin trecerea de la un timp de expunere la următorul, să se dubleze (sau să se înjumătățească) durata de iluminare a filmului. Scala timpilor de expunere cu care sînt prevăzute aparatele fotografice uzuale corespunde următoarelor valori: B (obturatorul rămîne deschis atîta timp cît butonul de declanșare se menține apăsat), 1 s, 1/2 s, 1/4 s, 1/8 s, 1/15 s, 1/30 s, 1/60 s, 1/125 s, 1/250 s, 1/500 s, 1/1 000 s.

*** În cazul aparatelor de filmat la care timpul este, pentru filmările cu cadență normală, fixat prin frecvența standard de 24 sau 25 imagini pe secundă, compensarea pierderii de lumină produsă de filtru se poate face numai prin deschiderea diafragmei. O excepție o reprezintă cazul filmării unor obiecte fixe cu aparatul de asemenea fixat pe trepied, cînd se poate crește timpul de expunere prin scăderea frecvenței de filmare. Există de asemenea și posibilitatea schimbării unghiului de deschidere a obturatorului la aparatele prevăzute cu obturator variabil.

relația dintre factorul filtrului (FF) și diviziunile și subdiviziunile de diafragmă (DD) cu care trebuie mărită deschiderea relativă a obiectivului.

O metodă comodă de a ține seama de reducerea luminii prin filtrare este reglarea exponometrului, înainte de efectuarea măsurătorii, pe o valoare a sensibilității filmului, diminuată corespunzător factorului filtrului.

Dacă exponometrul este gradat în indici ASA, este suficient să se împartă sensibilitatea la factorul filtrului. De exemplu, folosind un filtru galben cu un factor egal cu 2 și un film avînd sensibilitatea de 100 ASA, calculatorul exponometrului va fi reglat pe valoarea 100 : 2 = 50 ASA. Dacă gradarea este făcută în DIN, atunci pentru fiecare amplificare necesară, cu 2, a expunerii, sensibilitatea practică a filmului va fi scăzută cu 3 DIN.

Și în acest caz pot veni în ajutor date precalculate (v. tab. 7) care indică la cît se reduc practic valorile de sensibilitate în funcție de diferitele valori ale factorului filtrului. Pentru mai multă claritate, în tabel au fost cuprinse numai valori DIN, transformarea acestora în indici ASA putîndu-se face cu ajutorul datelor din tabelul 2.

Tabelul 6

Corespondența dintre factorul filtrului și diviziunile de diafragmă

FF	DD	FF	DD
1,2	1/4	3,2	1 2/3
1,3	1/3	3,4	1 3/4
1,4	1/2	4	2
1,6	2/3	4,8	2 1/4
1,7	3/4	5	2 1/3
2	1	5,7	2 1/2
2,4	1 1/4	6,4	2 2/3
2,5	1 1/3	6,8	2 3/4
2,8	1 1/2	8	3

Tabelul 7

Corespondența dintre factorul filtrului și scăderea echivalentă a sensibilității nominale a filmului

FF / °DIN	15	2	2,5	3	4	5	8
31	29	28	27	26	25	24	24
28	26	25	24	23	22	21	19
27	25	24	23	22	21	20	18
26	24	23	22	21	20	19	17
25	23	22	21	20	19	18	16
24	22	21	20	19	18	17	15
23	21	20	19	18	17	16	14
22	20	19	18	17	16	15	13
21	19	18	17	16	15	14	12
20	18	17	16	15	14	13	11
19	17	16	15	14	13	12	10
18	16	15	14	13	12	11	9
17	15	14	13	12	11	10	8

În tabelul 7, valoarea căutată se găseşte la intersecţia între verticala coeficientului de filtru cu orizontala sensibilităţii nominale a filmului.

Examinînd datele din tabel, se observă că situaţiile prezentate în partea dreaptă, jos, a acestuia, trebuie evitate, întrucît sensibilitatea practică rezultată capătă valori extrem de mici şi, în acest caz, necesită parametri de expunere cu valori exagerate: timpi de expunere lungi, diafragme complet deschise. Astfel de parametri nu permit fotografierea subiectelor aflate în mişcare rapidă sau avînd o profunzime importantă.

Factorul filtrului este utilizat mai ales în fotografia alb-negru, valorile sale fiind de obicei marcate pe montura filtrului, sub forma unei cifre precedate de semnul înmulţirii. Un factor al filtrului egal cu 4, se marchează ×4.

Pentru filtrele destinate fotografiei în culori, documentaţia însoţitoare precizează direct numărul de diviziuni de diafragme sau de fracţiuni ale acestora, cu care trebuie crescută expunerea faţă de valoarea stabilită exponometric în absenţa filtrului.

În sfîrşit, pe ambalajul sau pe montura filtrelor de densitate neutră, este specificată valoarea densităţii acestora. Din valoarea densităţii de gri se poate deduce direct creşterea necesară a expunerii, ţinînd seama de faptul că pentru fiecare valoare a densităţii de 0,3 expunerea trebuie dublată.

În cazul în care despre un filtru nu există nici o informaţie privind absorbţia sa, se poate efectua măsurarea luminii cu exponometrul direct prin filtru. Rezultate sigure nu se pot obţine însă pe această cale decît pentru filtrele neutre gri, deoarece exponometrele actuale, deşi extrem de precise în privinţa măsurării luminii, pot furniza informaţii eronate în cazul unor variaţii puternice în compoziţia spectrală a acesteia. Astfel, în cazul unor filtre colorate cu densitate mare, pot apărea erori importante în determinarea expunerii. În astfel de cazuri este cel mai nimerit să se efectueze în prealabil o serie de expuneri cu parametri diferiţi, alegîndu-se varianta optimă în funcţie de aspectul probelor developate.

FACTORUL FILTRULUI ŞI COMPOZIŢIA LUMINII

La cele arătate pînă acum mai trebuie adăugat că factorul unui filtru colorat utilizat în fotografia alb-negru nu depinde numai de caracteristicile sale proprii ci şi de compoziţia luminii în condiţiile căreia se face captarea imaginii. Lumina de incandescenţă, de exemplu, conţine mai puţine radiaţii albastre decît lumina naturală. Un filtru galben (care reţine radiaţiile albastre), folosit în condiţii de lumină de incandescenţă, va avea de absorbit mai puţine radiaţii decît dacă ar fi utilizat în lumină de zi. În consecinţă, reducerea de lumină va fi mai mică şi deci şi factorul filtrului va avea o valoare mai mică decît cea pentru lumină de zi. Din acest motiv, producătorii dau, în numeroase cazuri, pentru filtrele lor, doi factori diferiţi: unul pentru utilizarea în lumină de zi şi altul pentru lumină de incandescenţă.

SUPRAPUNEREA FILTRELOR

Dacă este necesară utilizarea simultană a mai multor filtre, calculul pentru determinarea măririi expunerii se efectuează astfel:

— în cazul în care se dispune de valorile factorilor filtrelor, aceştia se

înmulţesc. Un filtru cu factorul ×2 utilizat împreună cu un filtru avînd factorul ×2,5 formează un ansamblu cu un factor total de $2 \times 2{,}5 = 5$;

— în cazul filtrelor de densitate neutră (gri), caracterizate prin valoarea densităţii, noua expunere se determină în funcţie de suma densităţilor;

— în cazul filtrelor la care se indică în documentaţie modificarea necesară a diafragmei, creşterea expunerii se obţine prin însumarea indicilor de diafragmă specificaţi pentru fiecare filtru în parte.

Datorită faptului că prin suprapunerea mai multor filtre se produce o scădere uneori supărătoare de claritate şi contrast, nu trebuie utilizate niciodată mai mult de două filtre simultan.

3. FILTRELE ŞI CALITATEA IMAGINII

Efectul unui filtru plasat pe obiectivul fotografic este identic din punct de vedere spectral cu cel obţinut prin plasarea de filtre similare în faţa surselor care iluminează subiectul. Filtrarea surselor de lumină nu are nici un fel de influenţă asupra calităţii imaginii, pe cînd, în faţa obiectivului, făcînd parte din sistemul formator de imagine, filtrul este un obstacol care poate, în numeroase situaţii, să o compromită total.

Filtrarea surselor nu prezintă însă, în practică, în numeroase cazuri, nici un interes, deoarece trebuie folosite filtre de dimensiuni foarte mari, iar acestea trebuie schimbate des, datorită deteriorărilor provocate de căldura emisă de surse, ceea ce ridică mult costurile de producţie.

Această tehnică se aplică totuşi, mai ales în cinematografie, în cazul iluminatului mixt (lumină naturală şi lumină artificială), la folosirea simultană a unor surse de lumină artificială, cu temperaturi de culoare diferită, sau cînd se doreşte obţinerea unor efecte prin iluminare cu lumină colorată.

Pentru ca un filtru folosit în cuplu cu obiectivul fotografic să aibă influenţe negative minime asupra imaginii (în special asupra clarităţii), trebuie respectate anumite condiţii referitoare la calităţile iniţiale ale filtrului, la starea sa de uzură şi de curăţenie, la poziţia sa în raport cu obiectivul, precum şi în legătură cu distanţa de la subiect la obiectiv şi la numărul de filtre utilizate simultan.

Cerinţele iniţiale de calitate pentru un filtru precizează că feţele filtrului trebuie să fie riguros plane şi paralele. Lipsa paralelismului conferă lamei filtrante caracterul unei prisme care produce, prin dispersia luminii, borduri policrome ale elementelor subiectului. Lipsa de planeitate duce la apariţia unor efecte locale de prismă care, în afara unor borduri colorate, produc distorsiuni geometrice ale detaliilor subiectului. Tot atît de importantă este şi omogenitatea materialului din care este confecţionat filtrul.

Starea de uzură şi de curăţenie a filtrului poate aduce prejudicii grave de claritate, indiferent de cît de precis a fost fabricat filtrul; zgîrieturile, mătuirea suprafeţelor, fluctuaţiile de transparenţă ca şi praful, amprentele apărute în urma unei întrebuinţări îndelungate şi neglijente impun schimbarea unui filtru care prezintă aceste defecţiuni, în caz că unele dintre acestea nu pot fi îndepărtate prin curăţare.

Modificarea calităţilor spectrale ale coloranţilor componenţi ai filtrelor trebuie urmărită în timp şi mai ales pentru lucrările care cer o precizie ridicată; în cazul în care nu există posibilitatea unor măsurători spectrale, filtrele trebuie schimbate preventiv, periodic, cu altele noi.

Poziţia optimă a filtrului în raport cu obiectivul. Un filtru plasat în faţa sau în spatele obiectivului în imediata sa apropiere, produce o mărire a distanţei dintre obiect şi imaginea sa cu o mărime *d* care depinde de grosimea g a filtrului şi de indicele de refracţie *n* conform expresiei:

$$d = g \left[\frac{n-1}{n}\right]$$

De exemplu, pentru un filtru cu grosimea de 3 mm şi indicele de refracţie $n = 1{,}5$, deplasarea va fi de 1 mm.

La fotografierea unor obiecte depărtate, dacă filtrul este amplasat în faţa obiectivului, mărirea distanţei obiect imagine cu 1 mm nu are nici o importanţă. Dispus în spate, el produce o deplasare a planului imagine cu acest milimetru, ceea ce produce o neclaritate pronunţată a imaginii compensabilă de altfel, printr-o nouă punere la punct, dar de această dată nu pentru obiect la infinit sau aflat la distanţe mari.

Pentru obiecte apropiate, deplasarea de 1 mm capătă pondere mai însemnată chiar dacă filtrul este plasat în faţa obiectivului, astfel încît şi în această situaţie este necesară o nouă punere la punct. O astfel de corecţie este necesară şi pentru filtre plasate în spatele obiectivului dar însoţită şi de o închidere a diafragmei pînă la valoarea 8.

Este evident că toate aceste corecţii sînt posibile numai în cazul aparatelor reflex.

În cazul filtrelor de gelatină problema devine mai simplă datorită grosimii lor reduse şi, în consecinţă a modificării neînsemnate a distanţei obiect — imagine. Din acest motiv filtrele de gelatină pot fi plasate şi în spatele obiectivului fără a mai necesita corecţii de punere la punct.

Datorită însă apropierii mari dintre filtrele de gelatină amplasate în spatele obiectivului şi planul stratului fotosensibil, defecţiunile de suprafaţă ale foliei ca şi impurităţile de pe aceasta au o influenţă negativă mult mai mare asupra calităţii imaginii decît dacă filtrul ar fi plasat în faţa obiectivului. În consecinţă, regula generală este, că **filtrul trebuie plasat în faţa obiectivului.**

Numărul de filtre folosite simultan trebuie de asemenea luat în considerare cînd se fac referiri la calitatea imaginii. Ideal este să se folosească un singur filtru. Cînd condiţiile cer să se folosească simultan mai multe filtre, numărul acestora trebuie redus la minimum. Nu trebuie niciodată utilizate mai mult de două filtre simultan. Aceasta deoarece orice filtru adăugat presupune adăugarea de suprafeţe suplimentare, la nivelul cărora reflexia şi refracţia produc efecte cumulative de scădere a calităţii imaginii.

Chiar dacă se ţine seama de toate consideraţiile de mai sus, nu trebuie niciodată să se facă abuz în utilizarea filtrelor.

4. MATERIALE UTILIZATE PENTRU CONFECŢIONAREA FILTRELOR

Pentru scopuri fotografice, filtrele pot fi executate din *gelatină, sticlă, triacetat de celuloză* şi din *sticlă organică* cu calităţi optice superioare.

FILTRE DE GELATINĂ

Majoritatea filtrelor utilizate în fotografie ca și în cinematografie comportă folosirea gelatinei ca mediu în care se dizolvă un colorant pentru obținerea acțiunii filtrante.

Se utilizează coloranți de natură organică, cu o rezistență cît mai ridicată la acțiunea luminii. Aceștia sînt dizolvați într-o soluție de gelatină care este turnată pe un suport riguros plan și orizontal, curățat perfect în prealabil. După uscare într-un mediu complet lipsit de praf, foliile de gelatină sînt desprinse de suportul respectiv și tăiate la dimensiunile necesare.

Sistemul produce filtre cu proprietăți optice și dimensiuni foarte precise, foliile avînd o grosime de 0,1 $\pm$0,01 mm.

Filtrele de gelatină se produc într-un sortiment foarte variat, satisfăcînd toate cerințele fotografice, dar au dezavantajul că au o rezistență mecanică redusă și ca atare pot fi deteriorate cu ușurință. De asemenea, coloranții componenți își pierd treptat calitățile spectrale inițiale.

FILTRE DE STICLĂ

Filtrele de sticlă sînt de două tipuri diferite: pe de o parte sînt cele constituite dintr-o folie de gelatină montată între două lame de sticlă optică, pe de altă parte, cele din sticlă optică colorată în masă.

Sticla optică se deosebește de sticla obișnuită prin următoarele însușiri: transparență ridicată, omogenitate, absența impurităților, neutralitate (lipsa oricărei culori) valori mici pentru refracția (indicele de refracție, $n = 1,5$) și pentru dispersia luminii. Aceste calități se asigură printr-o compoziție chimică specială și prin procese tehnologice de o mare acuratețe.

Filtrele colorate în masă există din păcate într-o gamă mult mai restrînsă decît cele de gelatină, deoarece doar un număr redus de coloranți rezistă la temperaturile înalte necesare topirii sticlei, în vederea colorării și turnării ei în plăci. În schimb, filtrele de sticlă au o mult mai mare rezistență mecanică decît cele de gelatină

De asemenea, coloranții folosiți, fiind de natură minerală, nu își modifică, practic, în timp calitățile spectrale.

Filtrele de gelatină montate între plăci de sticlă optică îmbină ambele calități ale materialelor componente: sortimentul coloristic variat (și deci al acțiunii spectrale selective) împreună cu o rezistență mecanică superioară.

Ele se obțin prin lipirea uneia sau mai multor folii de gelatină între două plăci de sticlă optică. Adezivul întrebuințat trebuie să aibă un indice de refracție cît mai apropiat de cel al sticlei optice.

Partea vulnerabilă a acestui tip de filtre îl constituie linia de îmbinare a plăcilor de sticlă, care poate fi adeseori o cauză a deteriorării filtrului.

FILTRE DIN ACETAT (SAU TRIACETAT) DE CELULOZĂ

Pentru confecționarea acestui gen de filtre coloranții pot fi dizolvați în masa acetatului de celuloză sau într-un strat de gelatină turnat pe acesta.

Indiferent de tehnologia întrebuințată, astfel de filtre sînt rareori omogene și din acest motiv trebuie evitată utilizarea lor în cadrul sistemelor formatoare de imagine (pe, sau în spatele obiectivului aparatului fotografic sau al celui de mărit).

Utilizarea lor în astfel de cazuri duce la obținerea unor imagini difuze sau distorsionate geometric.

Astfel de filtre sînt însă mai ieftine decît cele din gelatină și se folosesc cu succes în cazurile în care nu se cer calități optice deosebite. Astfel, le putem întîlni ca elemente filtrante de conversie montate pe sursele de lumină de studio sau pe ferestre, apoi ca filtre de corecție a culorilor în aparatele de mărit fotografice, plasate însă între sursă și condesor, și ca filtre furnizoare de lumină inactinică în lanternele utilizate în camerele obscure ale laboratoarelor fotografice și cinematografice.

FILTRE DE STICLĂ ORGANICĂ

Sticla organică (material sintetic cu proprietăți care se apropie de cele ale sticlei optice) și-a cîștigat, mai ales în ultimii ani, un loc din ce în ce mai important în industria filtrelor fotografice. Prețul scăzut, varietatea mare a coloranților ce pot fi încorporați, datorită temperaturilor relativ joase practicate în tehnologia maselor plastice, calitățile fizice care le apropie treptat de sticlă optică, rezistența mecanică superioară filtrelor de gelatină, incasabilitatea, care le face superioare filtrelor de sticlă, contribuie la răspîndirea tot mai mare a acestora printre amatori și profesioniști.

Ele rămîn totuși inferioare filtrelor de sticlă, atît ca rezistență la agenții de uzură mecanică, cît și ca proprietăți optice. În plus, sînt vulnerabile la o serie de solvenți organici.

5. MANIPULAREA, CURĂȚAREA ȘI CONSERVAREA FILTRELOR

Indiferent din ce material sînt constituite, filtrele rămîn elemente fragile. Această caracteristică, împreună cu cerința ca ele să fie impecabile din punct de vedere optic, fac necesară o deosebită grijă în manipularea, curățarea și conservarea lor.

Filtrele de gelatină sînt de obicei lăcuite pe ambele suprafețe, din fabricație, dar lacul respectiv nu oferă decît o protecție minoră filtrului în cazul unei manipulări neglijente. Orice deteriorare adusă foliei nu mai poate fi remediată; amprentele și zgîrieturile nu pot fi eliminate, deformările filtrului datorită unor tensiuni puternice, mai ales la temperatură ridicată, au un caracter plastic și rămîn definitive iar umiditatea afectează iremediabil transparența gelatinei.

Astfel de filtre pot fi curățate de praf cu o pensulă foarte moale sau prin suflare cu o pară de cauciuc.

Pentru prelungirea vieții unui filtru de gelatină, este necesar să se respecte următoarele:

— la mînuire, filtrul trebuie ținut doar de margini sau de unul dintre colțuri;

— cînd este necesară tăierea unui filtru de gelatină pentru a-l adapta unui anume obiectiv sau unui anumit port filtru, el trebuie plasat între două foi de hîrtie și doar apoi tăiat împreună cu acestea cu o foarfecă bine ascuțită; pentru o precizie mai bună, se poate trasa în prealabil, pe hîrtie, forma viitoare a filtrului;

— păstrarea filtrelor de gelatină trebuie făcută într-o poziție plană, la întuneric, ferite de temperaturi ridicate, într-un loc uscat. Pentru aceasta, filtrele pot fi lăsate în ambalajul lor original sau plasate între două foi de hîrtie de bună calitate, între paginile unei cărți.

Filtrele de sticlă colorată în masă sau conținînd gelatină colorată trebuie să se bucure de aceeași atenție ca și obiectivele fotografice. Ele trebuie ținute în timpul manipulării de margini sau de montura în care sînt încastrate. Deși laturile filtrelor de gelatină montate în sticlă sînt tratate cu lac pentru împiedicarea pătrunderii umidității, ele nu trebuie în nici un caz curățate cu apă. Dacă apa ajunge în contact cu gelatina pe această cale, aceasta se umflă, lamele de sticlă se depărtează și astfel aerul se infiltrează între gelatină și sticlă. Un astfel de filtru este practic inutilizabil.

În țările tropicale, unde umiditatea atmosferică este extrem de ridicată, filtrele, în ambalajul lor de origine, sînt păstrate în containere ermetic închise care conțin și un absorbant de umiditate cum este silicagelul.

Deși mai mic decît în cazul foliilor de gelatină, pericolul de zgîriere este suficient de mare și la filtrele de sticlă. Ca atare, manipularea cu grija de a nu se atinge suprafețele, păstrarea în cutia sau ambalajul original sînt cerințe obligatorii.

Curățarea suprafețelor filtrelor de sticlă se poate face prin ștergere cu un material moale, impregnat în solvenți speciali pentru curățarea opticii fotografice, sau cu hîrtie specială pentru șters obiective, după ce praful a fost eliminat de pe filtru, prin suflare cu o pară de cauciuc.

Pentru *filtrele de sticlă organică* rămîn valabile regulile generale de manipulare, menționate mai sus. Trebuie luate măsuri de precauție suplimentare la curățare, deoarece o serie de solvenți organici pot dizolva materialul filtrului. În caz de zgîriere, filtrele din această categorie pot fi restaurate printr-o polisare fină a suprafețelor.

Filtrele din triacetat de celuloză trebuie ferite și ele, pe cît posibil, de căldură, umiditate exagerată și trebuie tratate cu grijă în timpul manipulării. Nefiind folosite în sistemele formatoare de imagine, zgîrierea lor accidentală, dacă nu este prea pronunțată, nu influențează efectul de filtrare corectă a surselor de lumină.

6. FORMELE, DIMENSIUNILE ȘI SISTEMELE DE FIXARE A FILTRELOR PE OBIECTIV

În mod ideal, toate obiectivele ar trebui să aibă același diametru și același sistem de fixare pentru diferitele lor accesorii, mai ales pentru filtre. Din păcate, în pofida numeroaselor eforturi de standardizare depuse, există diferențe importante între produsele diferitelor firme și chiar între obiectivele care alcătuiesc setul aceluiași aparat.

Din acest motiv, producătorii de filtre livrează, din punct de vedere al dimensiunilor și formelor, două categorii de filtre:

— cu forme și dimensiuni diferite pentru a se „potrivi" la diversitatea obiectivelor existente;

— cu forme și dimensiuni identice, dar împreună cu portfiltre adaptabile, printr-un set de inele intermediare, la orice obiectiv uzual.

Filtrele de gelatină pot fi adaptate prin decupare la dimensiunile obiectivelor pe care trebuie montate. Ele sînt livrate de obicei în format pătrat, cu dimensiunile 50 × 50; 75 × 75 și 100 × 100 mm.

Filtrele de sticlă optică sau organică sînt livrate pentru sectorul cinematografiei profesionale în formă pătrată sau dreptunghiulară, avînd dimensiunile 50 × 50; 60 × 75, 75 × 75, 100 × 100 mm și chiar mai mari.

Filtrele de acest tip se produc de asemenea în formă rotundă, fixate în monturi metalice, avînd toate diametrele corespunzătoare obiectivelor moderne existente.

Pentru utilizarea filtrelor de gelatină în fața obiectivului, acestea se montează inițial într-o ramă. Aceasta la rîndul ei este plasată în portfiltrul propriu-zis care se fixează pe obiectiv. Portfiltrul permite, de asemenea, montarea, în partea sa frontală, a unui parasolar.

În figura 3 este reprezentat, cu titlu de exemplu, portfiltrul Kodak pentru filtre de gelatină.

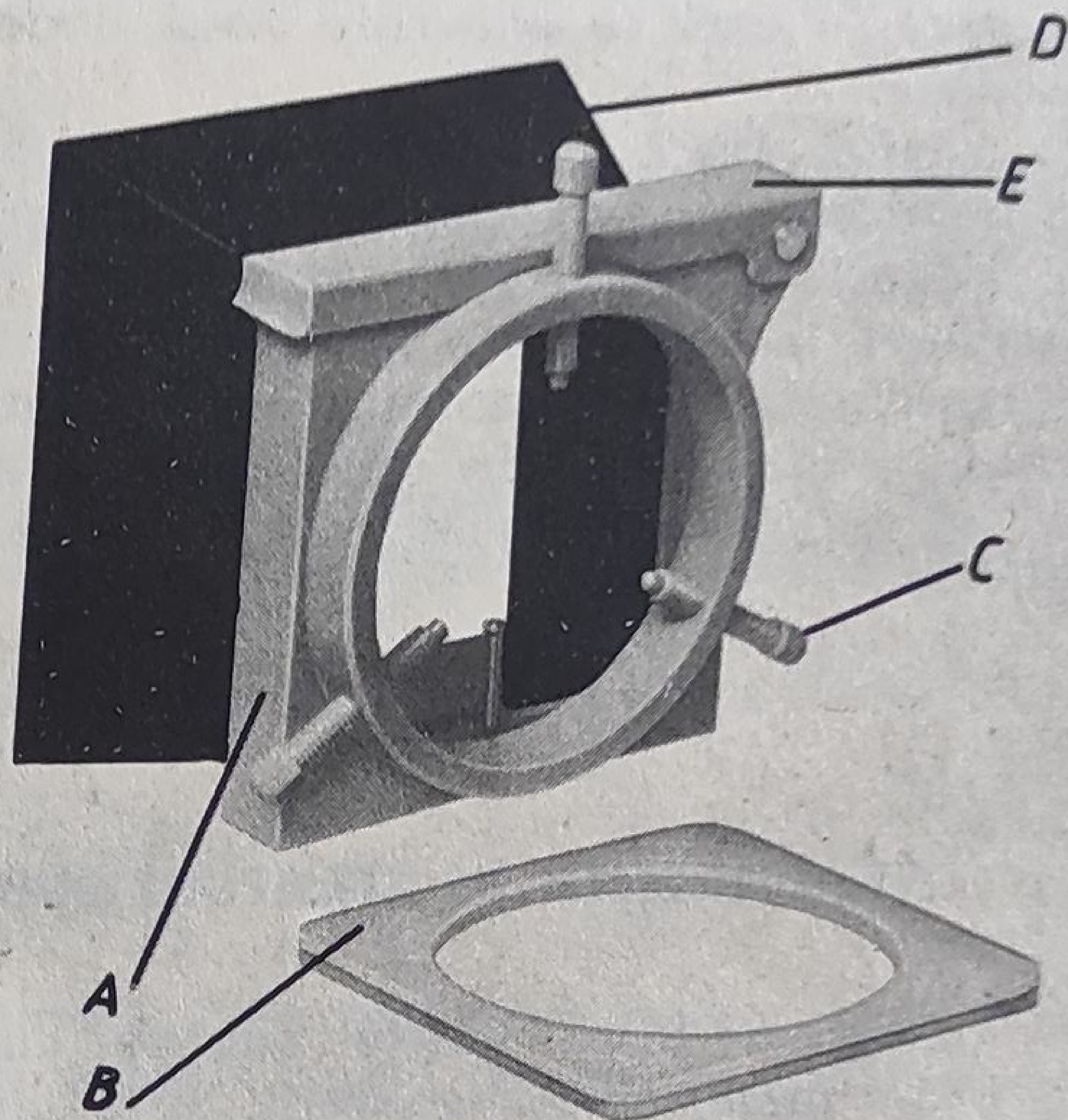


Fig. 3. *Portfiltru Kodak pentru folii de gelatină* (A) corpul portfiltrului; (B) rama de fixare a gelatinei; (C) unul dintre cele trei șuruburi de fixare pe obiectiv; (D) parasolar; (E) capac alb pentru obscurizarea spațiului filtrelor în scopul evitării intrării luminii parazite în sistemul formator de imagine.

Filtrele de gelatină mai pot fi montate, în cazul în care nu există o altă soluție, și în spatele obiectivului cu ajutorul unui mic capac decupat în partea centrală, corespunzător diametrului lentilei posterioare a obiectivului. Sistemul optim rămîne însă, după cum s-a mai arătat, plasarea filtrului în *fața obiectivului*.

Firmele producătoare de filtre apărute pe piața mondială, mai ales datorită cererii crescînde de filtre de efect, oferă, aproape în totalitate, portfiltre practic universale, în sensul că ele pot fi folosite cu orice obiectiv uzual, și pot purta atît filtre de gelatină cît și filtre de sticlă sau chiar măști destinate realizării unor efecte speciale. Ca exemplu a fost ales portfiltrul produs de firma B + W (figura 4).

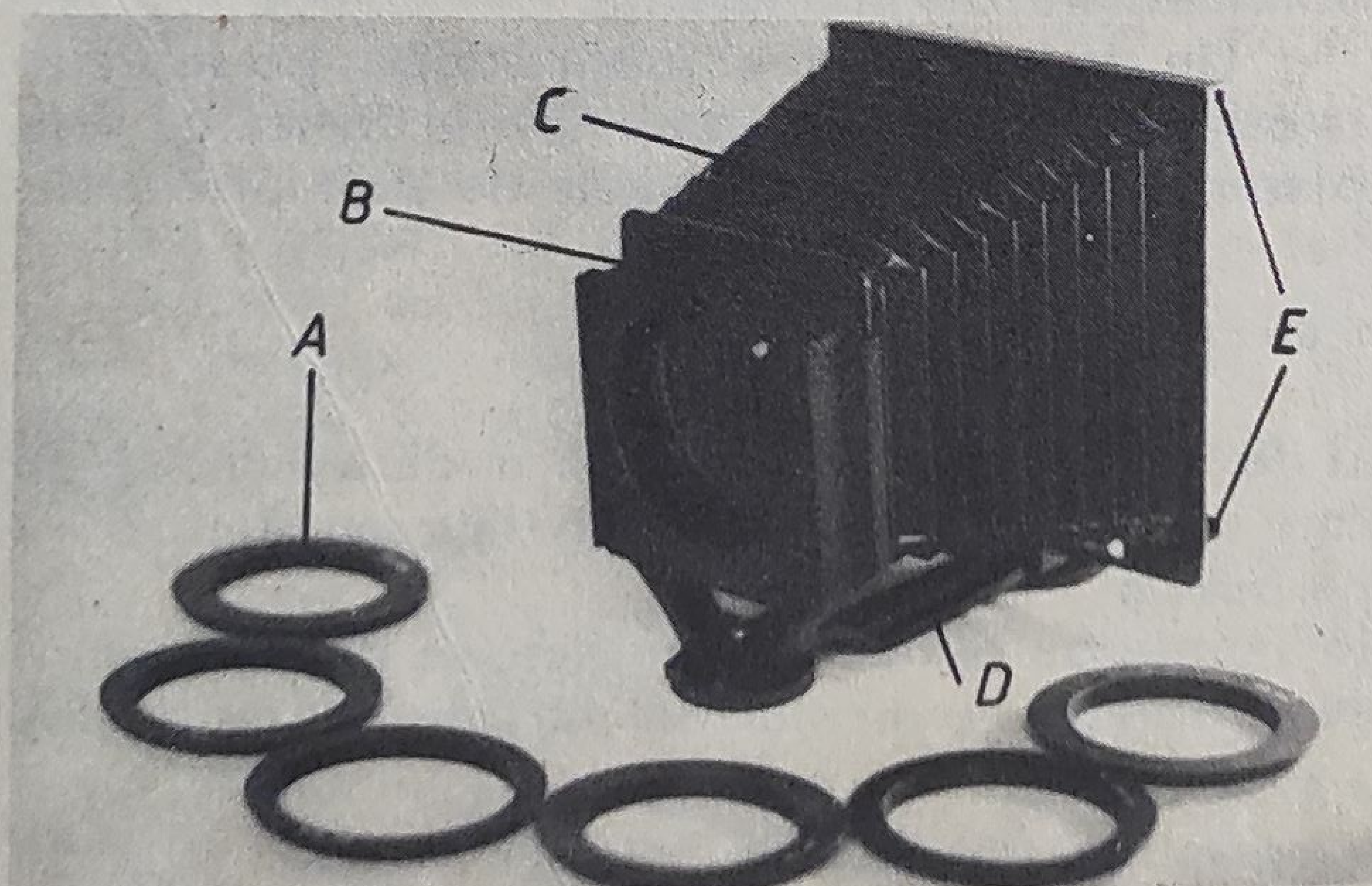


Fig. 4. *Portfiltrul firmei B + W* (A), Inel de adaptare. Sistemul cuprinde un set de 6 inele diferite permițînd adaptarea sa la obiective avînd diametrele 49 pînă la 62 mm. (B) Spațiu cu fante care permite introducerea simultană a trei filtre sau accesorii pentru efecte speciale și a unui inel de adaptare. Burduf extensibil (C) care dă posibilitatea utilizării portfiltrului, atît cu obiective normale sau teleobiective, cît și cu obiective superangulare fără riscul etichetării (cașetării) imaginii. Șina (D) care permite extinderea sau strîngerea prin alunecare a burdufului, potrivit unghiului de cuprindere al obiectivului. (E) Spațiu pentru măști.

7. UTILIZAREA FENOMENULUI DE INTERFERENȚĂ A LUMINII ÎN TEHNOLOGIA FILTRELOR

INTERFERENȚA LUMINII

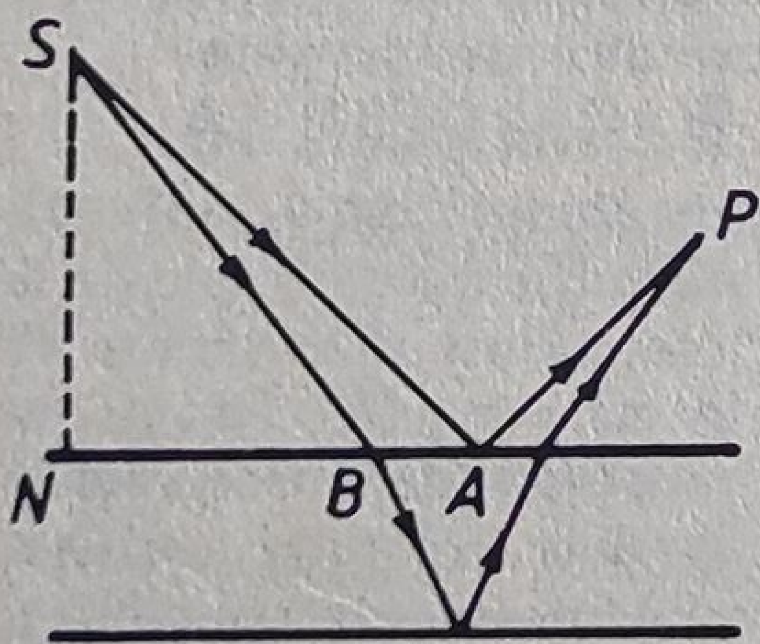
Undele electromagnetice cu aceeași frecvență, aflate în aceeași fază de oscilație sau avînd o diferență de fază constantă în timp, se numesc unde coerente.

La suprapunerea în spațiu a undelor coerente, se produce fenomenul de *interferență* a acestora: undele interacționează și se compun formînd o nouă undă, a cărei amplitudine are diferite valori în funcție de diferența de fază în care se află cele două unde și de unghiul dintre planele lor de oscilație.

Astfel, dacă undele oscilează în aceeași fază și același plan, unda rezultantă are amplitudinea egală cu suma amplitudinilor undelor componente. Aceasta este condiția *maximului* de interferență. Cînd, dimpotrivă, undele oscilează în fază opusă (antifază), ele se slăbesc reciproc, amplitudinea rezultantă fiind diferența dintre amplitudinile undelor componente. Aceasta este condiția *minimului* de interferență. Dacă cele două unde, aflate în antifază, au amplitudini egale, efectul lor se anulează.

INTERFERENȚA ÎN STRATURI SUBȚIRI

Cînd o lamă foarte subțire cu fețe plan paralele, confecționată dintr-un material transparent, este iluminată de un izvor de lumină S (fig. 5), două dintre razele emise de acesta, de exemplu *SA* și *SB*, după reflexie, prima pe fața superioară, iar a doua pe fața inferioară a lamei, produc în punctul *P*, de întîlnire, o stare de interferență*.



În funcție de grosimea lamei și de indicele său de refracție, decalajul dintre cele două raze, determinat de diferența de drum parcus, poate produce, în *P*, un maxim, un minim sau o stare intermediară de interferență.

Un strat transparent subțire depus pe suprafața sticlei este un caz particullr al lamei cu fețe plan paralele și poartă numele de strat interferențial.

Fig. 5. Reprezentare schematică a interferenței pe straturi subțiri.

Grosimea sa este de ordinul de mărime al lungimilor de undă ale radiațiilor vizibile. Mai precis, are valori egale aproximativ cu jumătăți sau sferturi ale lungimilor de undă din zona optică a spectrului.

Cu ajutorul unor calcule simple de optică geometrică, se pot determina cu precizie valorile necesare grosimii și indicelui de refracție ale unui strat

* Toate oscilațiile provenite de la aceeași sursă sînt coerente.

interferențial, astfel încît pentru o radiație avînd o lungime de undă dată, reflexia pe suprafața combinației strat subțire-sticlă să fie complet anulată (condiția minimului de interferență) sau, dimpotrivă, amplificată la maximum (condiția maximului de interferență).

APLICAȚIILE INTERFERENȚEI ÎN TEHNOLOGIA FILTRELOR

Proprietățile straturilor interferențiale sînt folosite din ce în ce mai mult în ultima perioadă în tehnologia filtrelor, urmărindu-se două direcții principale:

— tratamentul antireflex al filtrelor;

— fabricarea unor filtre (numite interferențiale) de o mare acuratețe optică care și-au găsit numeroase aplicații în domeniul tehnicii fotografice, cinematografice și de televiziune.

Tratamentul antireflex al filtrelor

În cazul obiectelor transparente cum sînt și filtrele, absența totală a reflexiei corespunde doar unei situații ideale. În realitate se produce o anumită reflexie la suprafața acestora.

Factorul de reflexie (R) crește cu indicele de refracție (*n*) al materialului transparent și este dat de formula:

$$R = \frac{(n - 1)^2}{(n + 1)^2}$$

Dacă pentru obiectele transparente uzuale (ochelari, geamuri etc.), reflexia nu deranjează, în cazul filtrelor aceasta poate deveni supărătoare atît pentru pierderea de lumină prin reflexie pe ambele fețe, cît și printr-o scădere a contrastului datorită difuziei luminii ce apare prin reflexia succesivă între fețele lamei. Problema devine și mai demnă de luat în considerare în cazul folosirii simultane a mai multor filtre, cînd efectele reflexiei se cumulează cu fiecare filtru adăugat.

Sticla optică din care sînt constituite filtrele de bună calitate are un indice de refracție avînd valoarea de aproximativ 1,5. Introducînd această valoare în formula de mai sus, se obține pentru factorul *R* valoarea de 0,04, iar pentru cele două fețe ale filtrului 0,08. Aceasta înseamnă o pierdere de 8% din lumina incidentă.

O soluție practică pentru eliminarea acestei reflexii este, după cum s-a arătat, utilizarea tehnicii straturilor interferențiale. Prin depunerea pe suprafața filtrului* a 7 straturi avînd grosimi și indici de refracție determinați cu precizie, se poate reduce aproape total reflexia pentru cele 7 radiații care corespund celor 7 culori convenționale ale spectrului vizibil. Filtrele astfel tratate prezintă deci practic o reflexie neglijabilă pentru lumina vizibilă.

Un exemplu cunoscut al aplicației *antireflex* a straturilor subțiri îl constituie și protecțiile transparente, practic fără reflexie, ale tablourilor de bord folosite la autoturisme, avioane etc.

* Depunerea straturilor subțiri pe suprafața sticlei se face prin evaporarea în vid a unor oxizi metalici.

Filtre interferențiale

Principiul funcționării acestor filtre se bazează pe condiția maximului de interferență pentru radiații cu anumite lungimi de undă. Stratul sau straturile subțiri depuse pe suprafața sticlei optice sînt astfel calculate încît o parte din radiații sînt reflectate practic total (maxim de interferență) cele de culoare complementară sînt transmise total fără reflexie. Exemplele cele mai cunoscute sînt:

— oglinzile dicroice (semitransparente) utilizate în separarea culorilor fundamentale din lumina albă în cadrul camerelor de televiziune și aparaturii de copiere a filmelor color, prin folosirea metodei aditive;

— oglinzile semitransparente neselective, care joacă rolul unor filtre de densitate neutră de o mare uniformitate, cuprinzînd și zonele UV și IR ale spectrului optic;

— oglinzile „reci" din aparatele de proiecție moderne, care reflectă și concentrează în fereastra de proiecție numai radiațiile vizibile iar radiațiile infraroșii (calorice) care pot afecta starea peliculei traversează oglinda spre partea posterioară a lanternei de proiecție.

8. FIRME PRODUCĂTOARE DE FILTRE

Firmele producătoare de filme pentru fotografie și cinematografie oferă de asemenea și filtre, în special pentru corecția, conversia și compensarea luminii la fotografiere și filmare ca și filtre pentru laboratoarele de prelucrare a peliculei. Fiecare firmă folosește, pentru identificarea filtrelor proprii, coduri specifice.

Firma Kodak produce filtre selective și neutre, cunoscute sub denumirea de filtre Wratten și avînd un număr de cod care definește caracteristicile spectrale și deci domeniul de aplicare pentru fiecare filtru*.

Datorită marii varietăți a filtrelor produse, acurateții fabricației ca și unor priorități în lansarea unor anumite tipuri de filtre, filtrele Kodak au o mare răspîndire în lumea fotografiei și cinematografiei și numeroase alte firme alătură și indicația „echivalent cu filtrul Wratten Nr. ..." codului de identificare propriu.

Alături de firma Kodak, principalii producători de filme și filtre sînt ORWO, Agfa-Gevaert și Fuji.

Principalele filtre produse de firmele Kodac, ORWO, Agfa-Gevaert și Fuji, ca și echivalența dintre ele, vor fi menționate în capitolele VII și XI.

În afară de producătorii de filtre menționați mai sus, au apărut în ultima perioadă și o serie de firme specializate mai ales în domeniul filtrelor de efect și a accesoriilor optice pentru efecte speciale. Dintre acestea cele mai importante sînt: Tiffen (SUA), Lee (Marea Britanie), Cromofilter-Cokin (Franța), B + W, Heliopan, Göttinger (RFG) și Hoya (Japonia). Aceste firme produc atît filtre cu formate diferite, cît și sisteme de filtre cu dimensiuni și forme similare, asociate cu portfiltre capabile să se adapteze la marea diversitate a diametrelor obiectivelor existente.

* Filtrele din seria Wratten poartă numere de la 0 la 106.

VI

Filtre pentru fotografia alb-negru

În ciuda faptului că fotografia alb-negru pierde treptat teren în favoarea celei color, ea își păstrează încă drepturile și avantajele sale.

Astfel, de multe ori, o imagine alb-negru poate fi mai expresivă decît fotografia color a aceluiași subiect. În plus, problemele tehnice ridicate de prelucrarea materialelor fotosensibile sînt mult mai simple, iar cheltuielile pentru aparatură și materiale mult mai reduse la fotografia alb-negru decît la cea color, ceea ce, pentru amatori, sînt avantaje dintre cele mai importante.

Din aceste motive s-a considerat necesar ca în această lucrare să se aloce un capitol special filtrelor destinate fotografiei în alb și negru.

1. FOTOGRAFIA ALB-NEGRU ȘI NECESITATEA UTILIZĂRII FILTRELOR

După cum s-a mai arătat, imaginea fotografică alb-negru restituie culorile unui subiect fotografiat sub forma unor tonuri de gri, eșalonate între limitele alb și negru.

Transpunerea subiectului într-o imagine monocromă trebuie să se facă astfel, încît raportul între tonurile de gri ale reproducerii să fie comparabil cu cel pe care îl stabilește ochiul uman între diferitele străluciri ale acestui subiect. Cu alte cuvinte, o imagine alb-negru este considerată corectă, cînd produce observatorului o senzație asemănătoare din punct de vedere al raportului strălucirilor cu cea pe care acesta o are cînd privește originalul.

O primă condiție necesară pentru atingerea acestui deziderat este ca sensibilitatea la culori a filmului să fie cît mai apropiată de cea a ochiului.

După numeroase perfecționări tehnologice, la ora actuală, au devenit disponibile filme, numite pancromatice, a căror sensibilitate spectrală, spre deosebire de cea a ochiului* (v. curba în formă de clopot din fig. 1), este aproape egală pentru toate radiațiile spectrului vizibil, prezentînd o scădere ușoară în zona centrală, galben-verde a acestuia.

Comparația între sensibilitatea spectrală a filmului pancromatic și cea a ochiului este ilustrată în fig. 6. Pentru mai multă claritate, sensibilitatea spectrală a ochiului, considerată ca referință, a fost reprezentată prin dreapta

* Este vorba de sensibilitatea spectrală a ochiului în condiții obișnuite, de lumină de zi.

A, curba B ilustrînd *diferențele* de sensibilitate spectrală a filmului, față de cea a ochiului, pentru diferitele lungimi de undă.

Din examinarea aspectului curbei *B*, rezultă că filmul pancromatic reprezintă, față de ochi, un plus de sensibilitate în zona albastru-violet a spec-

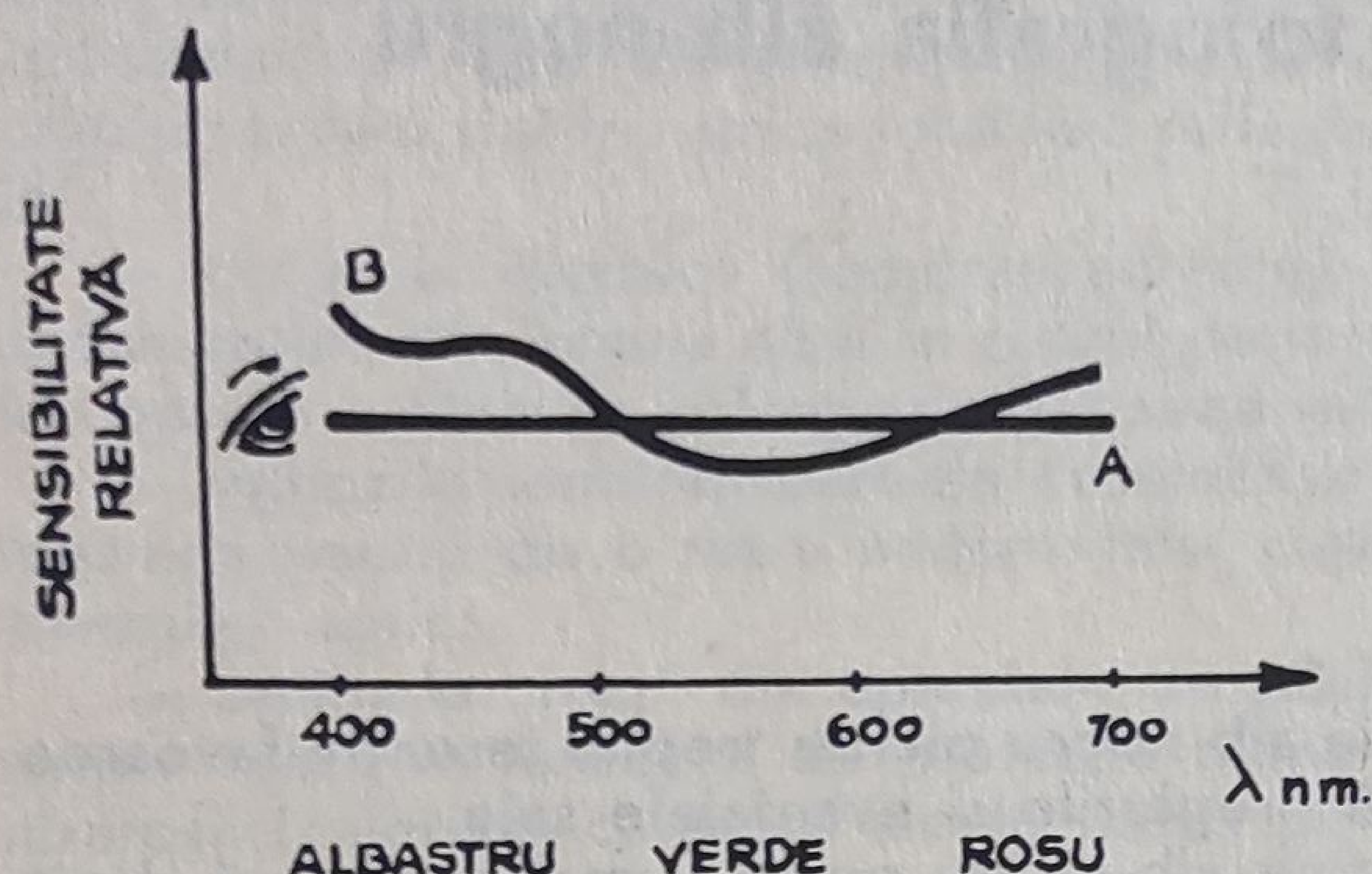


Fig. 6

trului, o scădere în zona galben-verde a acestuia și o ușoară, deci neimportantă, supersensibilitate, în zona roșie. Din acest motiv, la nivelul imaginii pozitive alb-negru se va produce o inversare a valorilor în raport cu vederea noastră normală; albastrul și violetul vor fi redate prin tonuri de gri deschise iar verdele mai dens decît îl percepe ochiul privind natura înconjurătoare.

În plus, filmul pancromatic este sensibil, ca și oricare material fotografic, la radiațiile ultraviolete (UV), aflate în afara zonei de percepție a ochiului.

Radiațiile UV pot provoca, în numeroase situații, efecte fotografice nedorite.

O altă limitare a sistemului alb-negru, cu un caracter relativ paradoxal, este aceea că redarea corectă a tonurilor nu este totdeauna avantajoasă. Acesta, doarece atunci cînd două culori diferite au aceeași strălucire în a/n, ele se pot confunda într-un singur ton de gri, nemaiputînd fi diferențiate. Situația devine supărătoare cînd culorile au un rol important în imagine (de exemplu fotbaliști aparținînd unor echipe diferite, îmbrăcați în costume roșii și albastre, pot fi confundați în imaginea fotografică alb-negru prin faptul că tricourile lor sînt redate prin același ton de gri).

În fine, uneori se dorește nu o redare alb-negru cît mai convingătoare a realității ci, dimpotrivă, o deformare artistică a acesteia în vederea interpretării subiectului într-o manieră proprie sau simulării unei situații inexistente în realitate.

Prin utilizarea unor filtre avînd caracteristici spectrale potrivite, toate aceste probleme care apar la realizarea fotografiilor a/n pot fi rezolvate cu ușurință.

2. CLASIFICAREA FILTRELOR PENTRU FOTOGRAFIA ALB-NEGRU

Clasificarea acestui grup de filtre se poate face avînd la bază următoarele două criterii:

— efectul produs;
— culoarea filtrului.

CLASIFICAREA FILTRELOR DUPĂ EFECTUL PRODUS

Înainte de a se intra în tratarea subiectului acestui paragraf, se va menționa și aici că, în principiu, un filtru permite trecerea cu precădere a radiațiilor avînd aceeași culoare cu a sa, absorbind pe cele complementare acestora. În consecință, utilizat în fotografia alb-negru, un filtru de o culoare dată va avea ca efect redarea prin tonuri de gri mai deschise a obiectelor avînd aceeași culoare cu a sa și prin tonuri de gri mai închise pe cele avînd culori complementare.

Pentru un filtru de o anumită culoare, absorbția (respectiv transmisia) selectivă a luminii poate fi mai mare sau mai mică, în funcție de gradul de saturație a culorii filtrului (de aici înainte, pentru comoditate de expunere, vom folosi, pentru saturație, termenul densitate deși, după cum s-a mai arătat, aceasta variază conform curbei de absorbție a filtrului, în funcție de lungimea de undă). Efectul produs va depinde, în afară de acești parametri, de compoziția luminii și de compoziția cromatică a subiectului fotografiat.

Odată aceste principii fiind reamintite, se poate arăta acum că, în funcție de efectul produs, filtrele se pot clasifica în filtre *de corecție*, *de contrast* și *de efect*, categorii care rezolvă practic toate problemele ce se ridică în fotografia alb-negru, după cum urmează:

— alinierea sensibilității spectrale a filmelor la cea a ochiului prin absorbția unei părți din radiațiile la care filmul este mai sensibil (albastru-violet), sau la care ochiul nu este sensibil (UV), se obține cu ajutorul *filtrelor de corecție;*

— redarea prin tonuri de gri diferite a unor culori diferite, care, avînd aceeași strălucire în subiectul fotografiat, sînt redate în absența filtrării prin tonuri de gri confundabile, este posibilă datorită *filtrelor de contrast;*

— denaturarea artistică a realității sau simularea unor situații inexistente în subiectul fotografiat se realizează cu *filtrele de efect.*

CLASIFICAREA FILTRELOR DUPĂ CULOARE

În fotografia alb-negru se utilizează un număr limitat de filtre și anume acelea avînd culorile galben, galben-verde, portocaliu, roșu, verde și albastru (planșa 13)*.

Fiecare dintre acestea pot avea, pentru aceeași culoare, nuanțe și densități diferite, întrucît nu există o normă unică pe care s-o respecte toți fabricanții. Deoarece însă sistemul de filtre Kodak Wratten este cel mai des folosit, în cele ce urmează se va menționa filtrul Wratten care corespunde filtrului colorat aflat în discuție.

La filtrele colorate menționate mai sus se adaugă filtrul anti-ultraviolet (numit de obicei, impropriu, filtru UV) care face parte din categoria filtrelor de corecție, avînd menirea să absoarbă radiațiile ultraviolete, la care toate materialele fotografice sînt sensibile. De fapt, obiectivul însuși absoarbe o parte din radiațiile UV, absorbție care se arată insuficientă cînd acestea se află în exces în lumina diurnă (pe litoral, la munte, la înălțimi de peste 1000 m). În asemenea cazuri este necesară folosirea filtrului anti UV, căci altfel imaginile prezintă un ușor voal și o lipsă sesizabilă de claritate. Filtrul

* Filtrul galben-verde, necuprins în planșă, are o acțiune intermediară între filtrul galben și cel verde.

anti UV nu necesită o creștere a expunerii, avînd un factor egal cu 1, și poate fi lăsat în permanență pe obiectiv, întrucît îi asigură acestuia o bună protecție împotriva zgîrierii, murdăririi etc. Prezența filtrului anti UV nu mai este necesară ori de cîte ori se folosesc filtrele colorate menționate mai sus (cu excepția celui albastru), deoarece fiecare dintre ele, în afara acțiunii selective asupra radiațiilor vizibile, absoarbe total radiațiile UV.

Caracteristicile filtrelor colorate din această grupă și acțiunea lor sînt cuprinse în tabelul 8.

Pentru densitatea filtrelor s-au folosit termeni cu *galben închis, verde mediu* etc., destul de vagi, dar larg utilizați în limbajul fotografic intern și internațional. Pentru amatorii de informații mai precise, în tabel a fost menționat și numărul filtrului Wratten corespunzător fiecărui filtru analizat, iar figurile 7 și 8 conțin curbele de absorbție respective (pentru filtrele Wratten nr. 8, 11, 15, 16, 25, 47, 56 și 58).

Valorile pentru factorii filtrelor exprimate în numărul de diviziuni de diafragmă cu care aceasta trebuie deschisă, au fost date, atît pentru fotografierea în lumină de zi cît și pentru lumina de incandescență.

În legătură cu acțiunea filtrelor, mai este necesar să se facă precizarea că ceața depărtărilor, lipsa de claritate se datorează difuziei puternice pe care o suferă radiațiile cu lungime de undă mică (UV, albastre) la trecerea prin straturile de aer care separă elementele îndepărtate ale peisajului de punctul de luare a vederilor. Filtrele avînd culorile galben, portocaliu și roșu, absorb în proporții diferite radiațiile difuzate producătoare de imagini încețoșate, astfel că imaginea pe film este formată doar de radiațiile cu lungime de undă mare (corespunzătoare culorilor filtrelor menționate) care străbat nestingherite straturile de aer. În consecință ceața și lipsa de claritate sînt eliminate. Filtrul albastru, acționînd invers, accentuează efectul de ceață.

În legătură cu rolul jucat de un filtru dat, se observă că acțiunea sa depinde, într-adevăr, după cum s-a mai arătat, de densitate, subiect, culoare, și lumină. Astfel, de exemplu:

—filtrul galben mediu este un filtru de corecție iar cel avînd o *densitate* mai mare — filtru galben închis — este un filtru de efect pentru peisaje;

— filtrul roșu, cu rol de filtru de contrast pentru reproducerea documentelor, devine filtru de efect cînd *subiectul* său este un peisaj care trebuie să pară că este iluminat de lună;

— filtrele avînd *culorile* galben și galben verde, cu densități medii, sînt filtre de corecție, în timp ce filtrele portocaliu, roșu, albastru sînt filtre de contrast sau de efect;

— filtrul verde, cu acțiune de redare cu contrast mărit a culorilor, devine filtru de corecție pentru realizarea portretelor în *lumină* artificială bogată în radiații roșii.

Tabelul 8

Principalele filtre colorate folosite în fotografia alb/negru
Caracteristici și aplicații

Nr. crt.	Culoarea	Factorul fetrului în lumină		Acțiune selectivă	Tonurile de gri devin:	Subiect	Aspectul imaginii fotografice		Rolul filtrului
							Fără filtru	Cu filtru	
1	2	3 a	3 b	4	5	6	7	8	9
1.	Galben mediu, Wratten 8 (planșa 16)	+1	+2/3	Absoarbe UV și o parte din albastru	—mai închise pentru albastru, violet, purpuriu — mai deschise pentru roșu, portocaliu, galben (redat practic alb) și într-o oare care măsură pentru verde	PEISAJ cu — depărtări, cer albastru, nori	— cerul apare alb fără nori, depărtările sînt învăluite în ceață, neclare	— cerul este redat mai închis cu aspect natural, norii devin mai vizibili, depărtările mai clare, parte din voalul atmosferic este absorbit	corecție
						— cer albastru, nori albi, mase de verdeață	— cerul apare alb, fără nori, frunzișul este redat întunecat, fără detalii	— cerul capătă un aspect normal pe care se detașează norii, se produce o ameliorare a redării zonelor verzi	corecție
						— zăpadă și cer albastru	— totul apare alb, monoton, lipsit de in teres	— cerul se închide, zăpada se modelează, capătă relief, datorită accentuării umbrelor (acestea reflectă lumina albastră fiind iluminate doar de către cer)	corecție
						— litoral, nisip, apă, cer senin	— peisajul este lipsit de relief suficient	— nisipul apare bine modelat, cerul bine redat, detașîndu-se de mare, spuma mării este scoasă în evidență	corecție
						— clădiri, monumente, pomi înfloriți de culoare deschisă proiectați pe cer	— clădirile și florile albe nu se detașează de cer	— elementele peisajului se detașeaza net de cer și imaginea capata relief	corecție

Tabelul 8 (continuare)

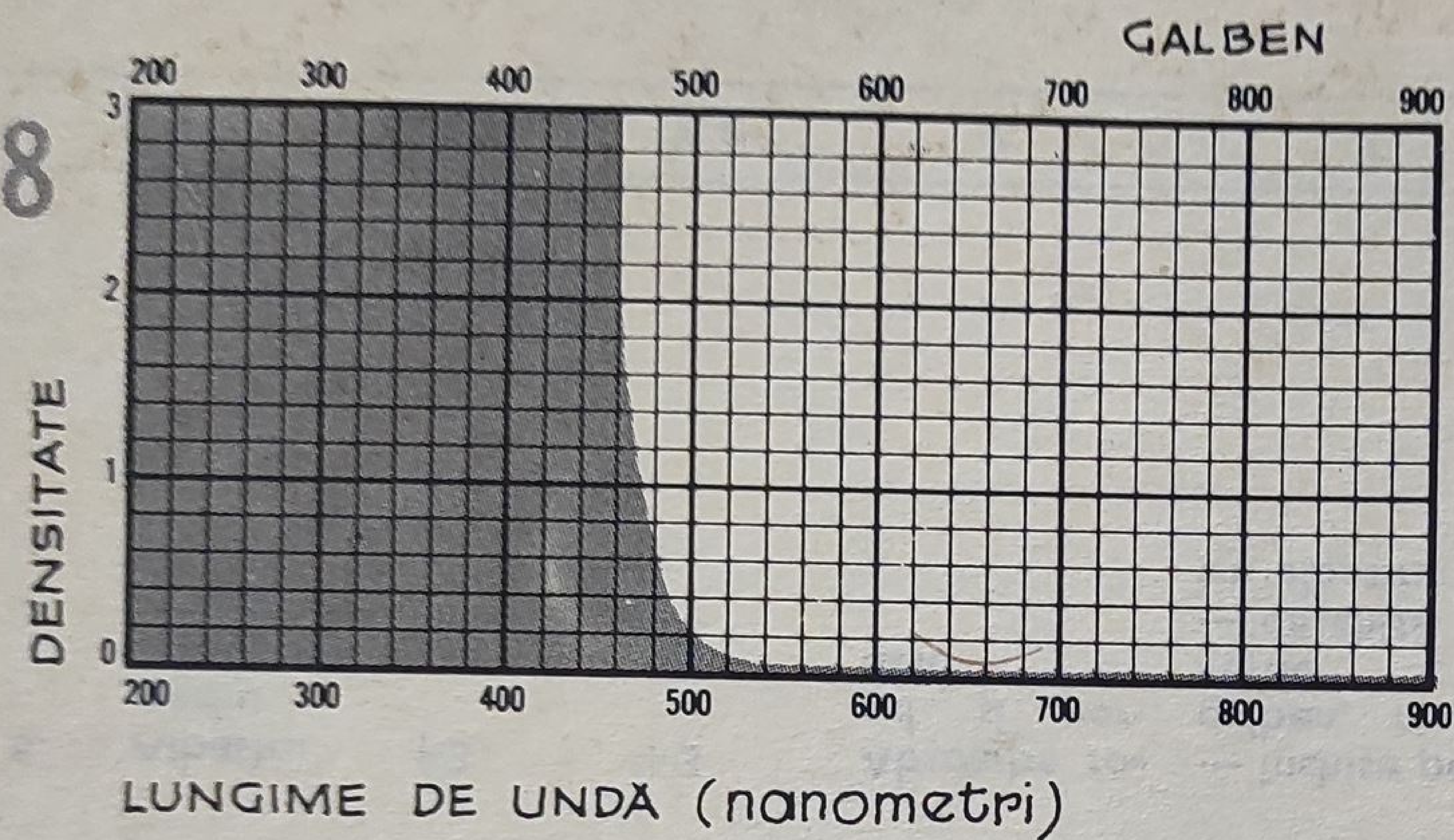
1	2	3 a	3 b	4	5	6	7	8	9
2.	Galben închis Wratten15 (planșa 16)	+2/3	+1	Absoarbe UV și complet albastrul	— închise pentru culorile din zona albastră a spectrului	— zone depărtate	— zonele îndepărtate sînt redate fără claritate	— ceața depărtărilor este puternic redusă	efect
					— deschise pentru galben (redat alb) portocaliu, roșu	DOCUMENTE — vechi cu hîrtie îngălbenită	— textul se distinge greu pe fondul de culoare gri	— text perfect lizibil pe fond alb, curat	contrast
						— policrome	— diferitele culori pot fi redate prin tonuri de gri identice	— imagine în care culorile galben, roșu, verde devin mai deschise și se disting de culorile albastru și violet	contrast
	Factorul filtrului în lumină					— holdă de grîu cer albastru	— grîul este redat cenușiu, nedetașîndu-se de cerul alb	— grîul își recapătă aspectul său natural, luminos, detașîndu-se de cerul mai dens.	corecție
						PORTRET — persoană blondă, cer albastru	— părul apare gri, cerul este redat alb	— părul și cerul își recapătă aspectul normal, alb luminos respectiv cenușiu deschis	corecție
						— persoană cu ochi albaștri	— ochii de un gri foarte deschis	— redarea normală mai închisă a ochilor	corecție
						— persoană cu ochi verzi	— ochii de un gri prea închis	— ochii redați printr-un gri natural, mai deschis	corecție
						PEISAJ cu — cer, nori, mare	— cerul apare alb, fără nori, marea este redată deschis	— cerul și marea sînt redate sumbru, dramatic, cu reliefarea puternică a norilor și a spumei mării	efect
						— răsărituri și apusuri de soare	— soarele nu se detașează de cer	— aceste momente ale zilei sînt redate spectaculos, cu contraste mari	efect

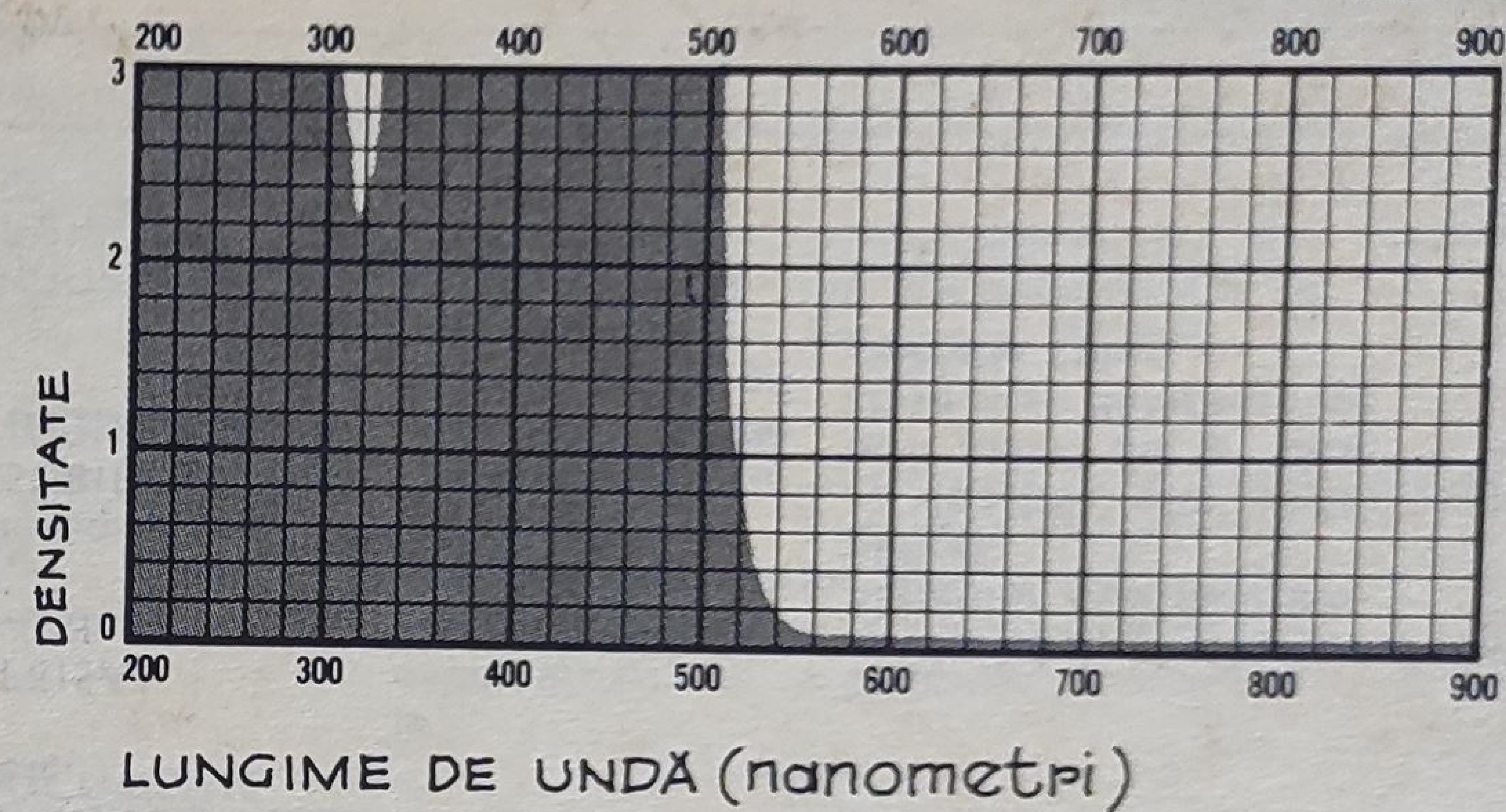
3.	Galben verde Wratten11 (planșa 16)	+2	+1 2/3	Absoarbe UV, o parte din albastru și în măsură mai mică roșul	— mai închise pentru albastru și roșu	PEISAJ — cer senin, nori, mase de verdeață, flori	— cerul apare alb, fără nori, verdeața este redată prin tonuri sumbre, fără detalii	— cerul este redat printr-un ton gri natural cu reliefarea norilor, elementele vegetale sînt redate cu o mare bogăție de nuanțe	corecție
						PORTRET — în lumină cu incandescență	— fața albă cu buze palide	— tonalitatea feței este redată corect cu punerea în evidență a gurii, redată prin tonuri de gri mai închise	corecție
						— persoană blondă, cer albastru	— părul apare gri, cerul alb	— părul devine mai luminos, sugerînd culoarea naturală, cerul devine mai închis, iar tonurile feței sînt redate mai natural	corecție
4.	Verde închis Wratten56 (planșa 16)	+2 2/3	+2 2/3	Absoarbe albastrul și roșul	— mai închise pentru albastru și roșu	PEISAJ cu — cer, verdeață	— cerul apare alb, verdeața ternă, cu tonuri de gri închise și puține detalii	— cerul devine mai închis, se îmbunătățește redarea zonelor verzi, care apar mai luminoase și cu mai multe detalii	corecție
5.	Verde închis Wratten58 (planșa 17)	+3	+3	Absoarbe practic total albastrul și roșul	— foarte închise pentru albastru și roșu	PEISAJ cu — zone depărtate	— depărtările apar învăluite în ceață și ca atare neclare	— ceața depărtărilor este amplificată	efect
						— zone în umbra pădurii	— zona este redată sumbru fără detalii	— peisajul este redat cu tonuri de gri variate	corecție
						— zone de verdeață profilate pe cer	— zonele apar sumbre fără detalii, profilate pe un cer alb	— frunzișul devine alb-strălucitor profilat pe un cer de furtună	efect

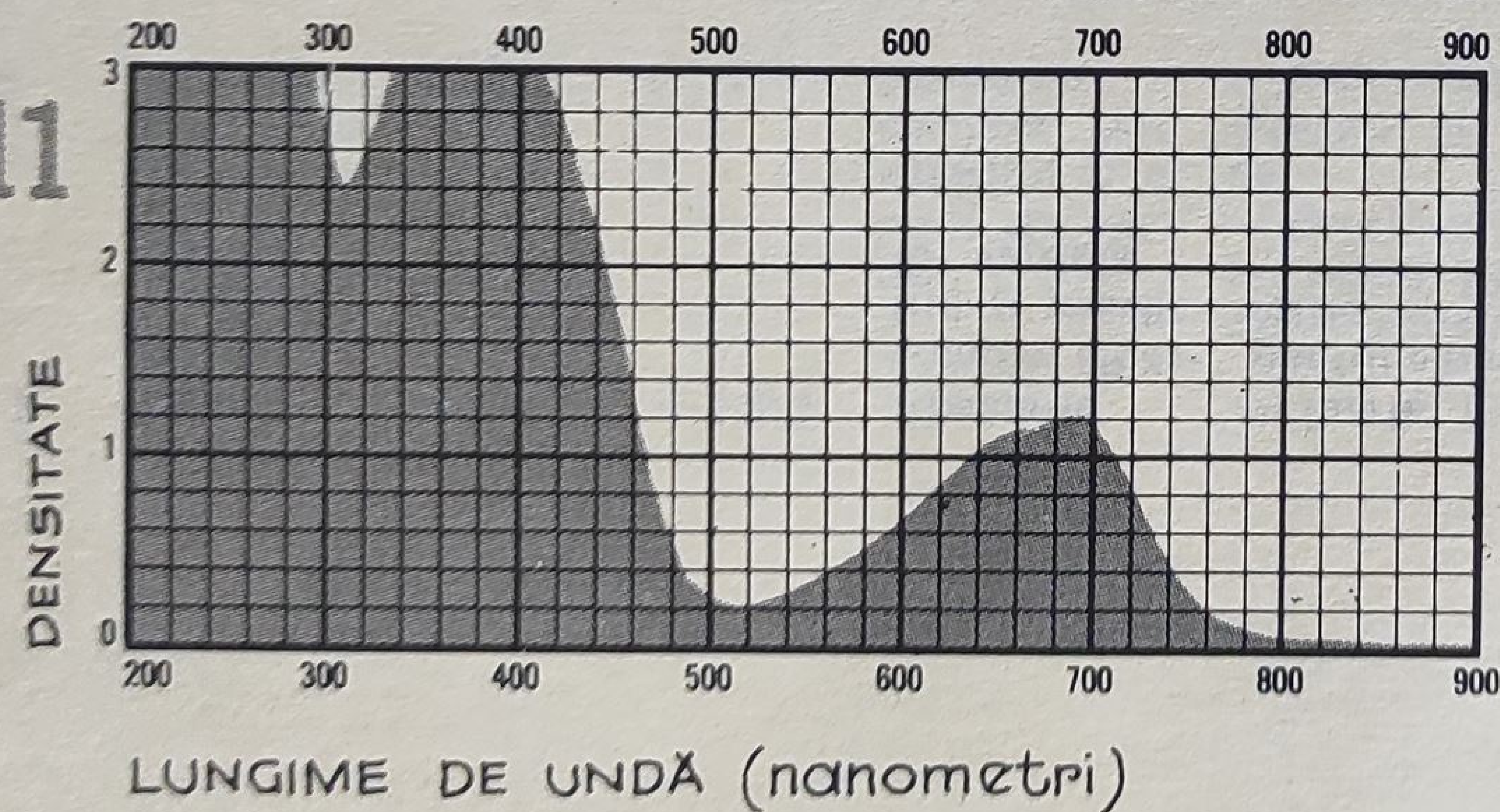
Tabelul 8 (continuare)

1	2	3 a	3 b	4	5	6	7	8	9
						SUBIECT INDUSTRIAL	— diversele culori sînt redate prin griuri identice	— suprafețele verzi devin mai luminoase și se detașează de rest	contrast
						PORTRET — în lumină cu incandescență	— față ușor palidă cu redarea normală a pistruilor și ridurilor eventual existente	— se produce o închidere puternică a tonurilor feței și ale buzelor cu accentuarea putenică a pistruilor și ridurilor	efect
						DOCUMENTE — policrome, desene pe hîrtie milimetrică verde	— verdele este redat prin tonuri de gri închise și se confundă cu alte culori sau împiedică lizibilitatea desenelor pe hîrtie milimetrică	— verdele este tradus prin tonuri de gri foarte deschise astfel încît se face o mai bună separare a culorilor și lizibilitatea textelor și desenelor se îmbunătățește	contrast
6.	Portocaliu Wratten16 (planșa 17)	+1 2/3	+1 2/3	Absoarbe complet UV, albastrul și o parte din verde	— închise pentru albastru și verde — deschise pentru verde, portocaliu, galben	PEISAJ cu — depărtări	— ceața este vizibilă, claritatea este redusă	— se produce o absorbție puternică a ceței depărtărilor	
						— cer senin, nori	— cerul apare alb, iar norii puțin vizibili	— norii sînt puternic reliefați pe un cer de furtună	efect
						— răsărituri și apusuri de soare	— imagini neinteresante plate fără contrast	— soarele se detașează spectaculos de cer	efect
						PORTRETE — persoane cu pistrui	— pistruii sînt vizibili	— pistruii devin invizibili	efect
						— în lumina fluorescentă tip lumină de zi	— tonalități ce sînt prea închise pentru față și buze	— redarea naturală a elementelor figurii umane	corecție

						SUBIECTE INDUSTRIALE	— suprafețele colorate în roșu se pot confunda cu cele verzi și albastre	— imagini ce capătă un contrast mare între elementele roșii, portocalii care sînt redate prin tonuri de gri foarte deschise, și cele verzi, albastre, violete, redate prin tonuri de gri închise	contrast
7.	Roșu mediu Wratten25 (planșa 17)	+3	+2 2/3	Absoarbe complet albastrul și practic tot verdele	— foarte închise pentru albastru și verde	PEISAJ cu — cer, nori, depărtări	— cerul alb, fără nori, depărtările învăluite în ceață	— cerul este puternic închis cu efect dramatic și contraste foarte ridicate, depărtările apar foarte clare și cu contrsat ridicat. Se obține un efect de clar de lună în plină zi, la prînz (la o ușoară subexpunere)	efect
						SUBIECTE INDUSTRIALE, REPRODUCERI DE GRAFICĂ POLICROMĂ, DESENE PE HÎRTIE MILIMETRICĂ ROZ etc.	— diferitele culori se pot confunda	— prin deschiderea suprafețelor roșii, portocalii și mai puțin galbene, acestea se detașează mai bine de suprafețele verzi, albastre, violete etc.	contrast
8.	Albastru mediu Wratten47 (planșa 17)	+3	+3	Absoarbe roșul și verdele	— închise pentru galben, roșu și verde — deschise pentru albastru	PEISAJ — depărtări	— ceață care micșorează claritatea imaginii	— efectul de ceață a depărtărilor este mult amplificat	efect
						SUBIECT INDUSTRIAL	— diferitele culori pot fi redate prin tonuri de gri asemănătoare	— albastrul este redat prin tonuri de gri deschise și se detașează de celelalte culori	contrast







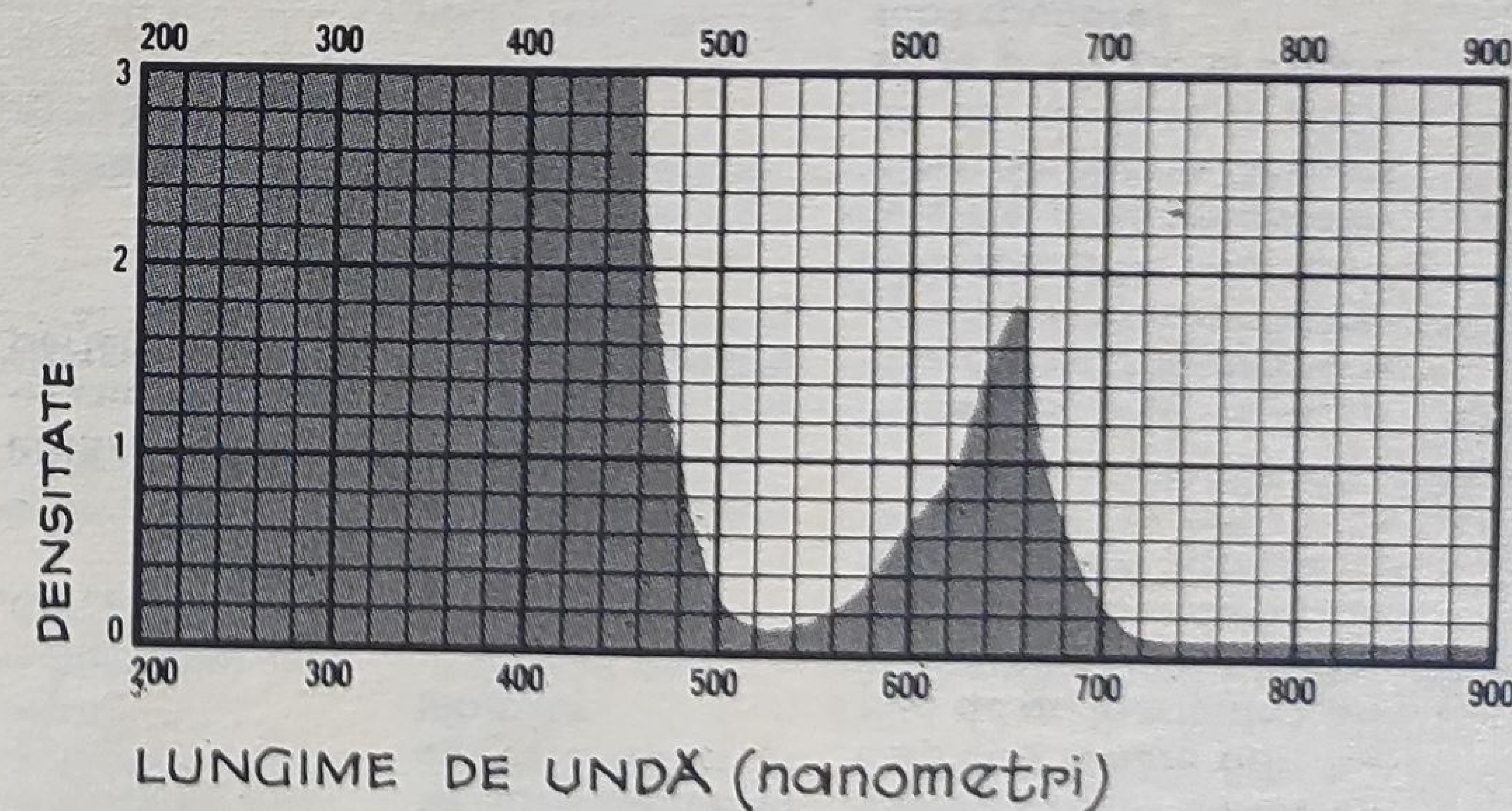
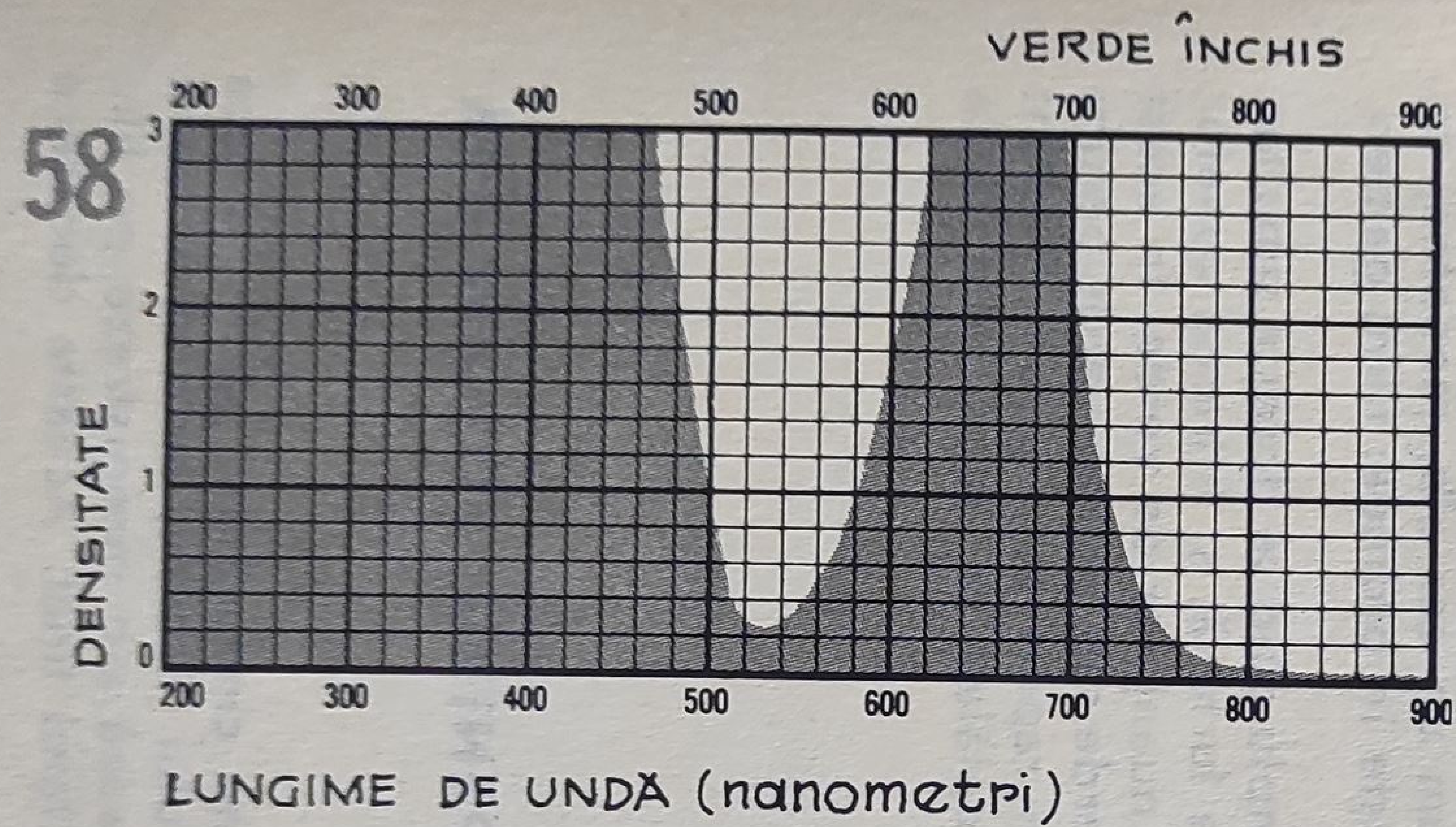
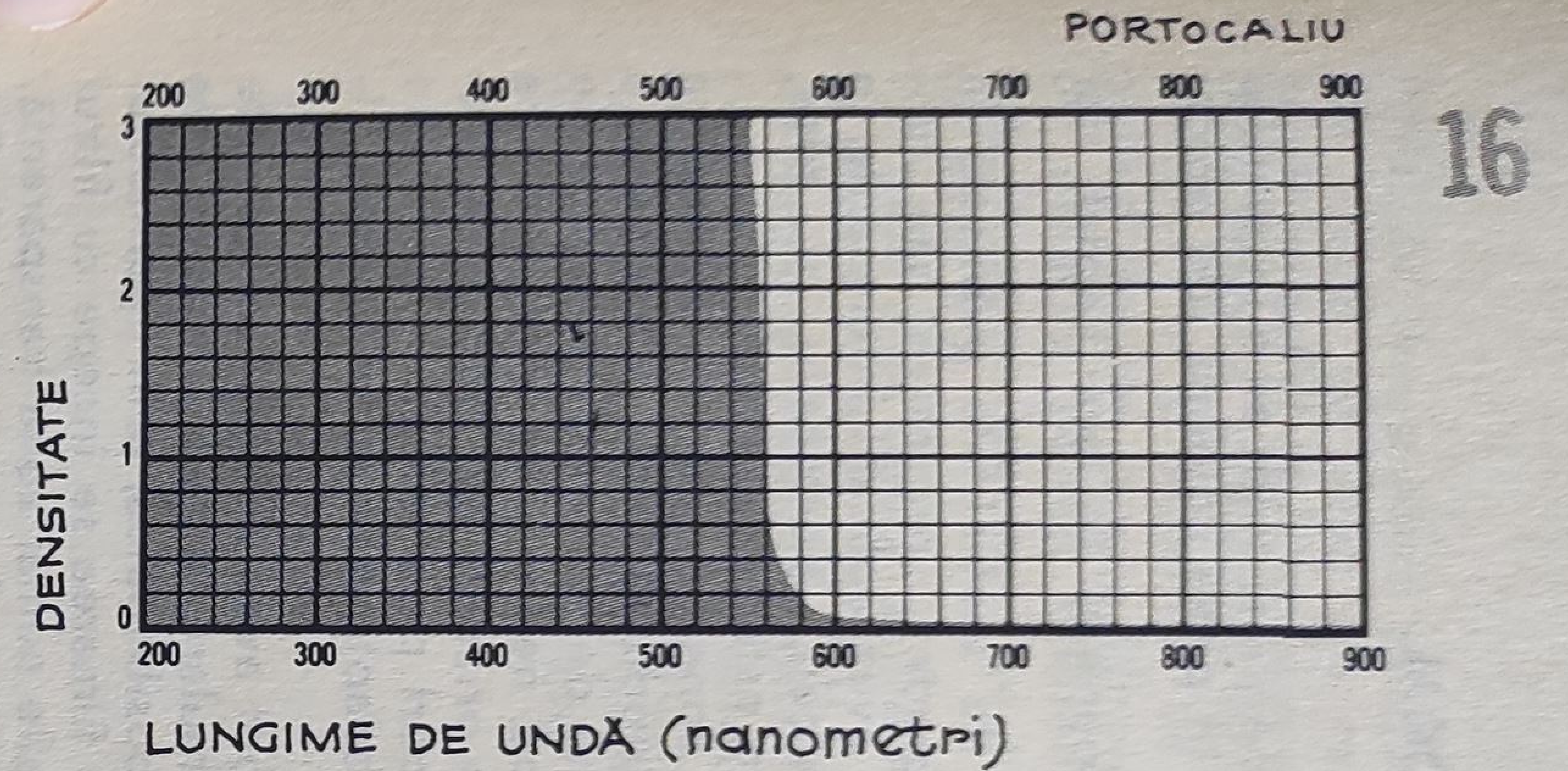
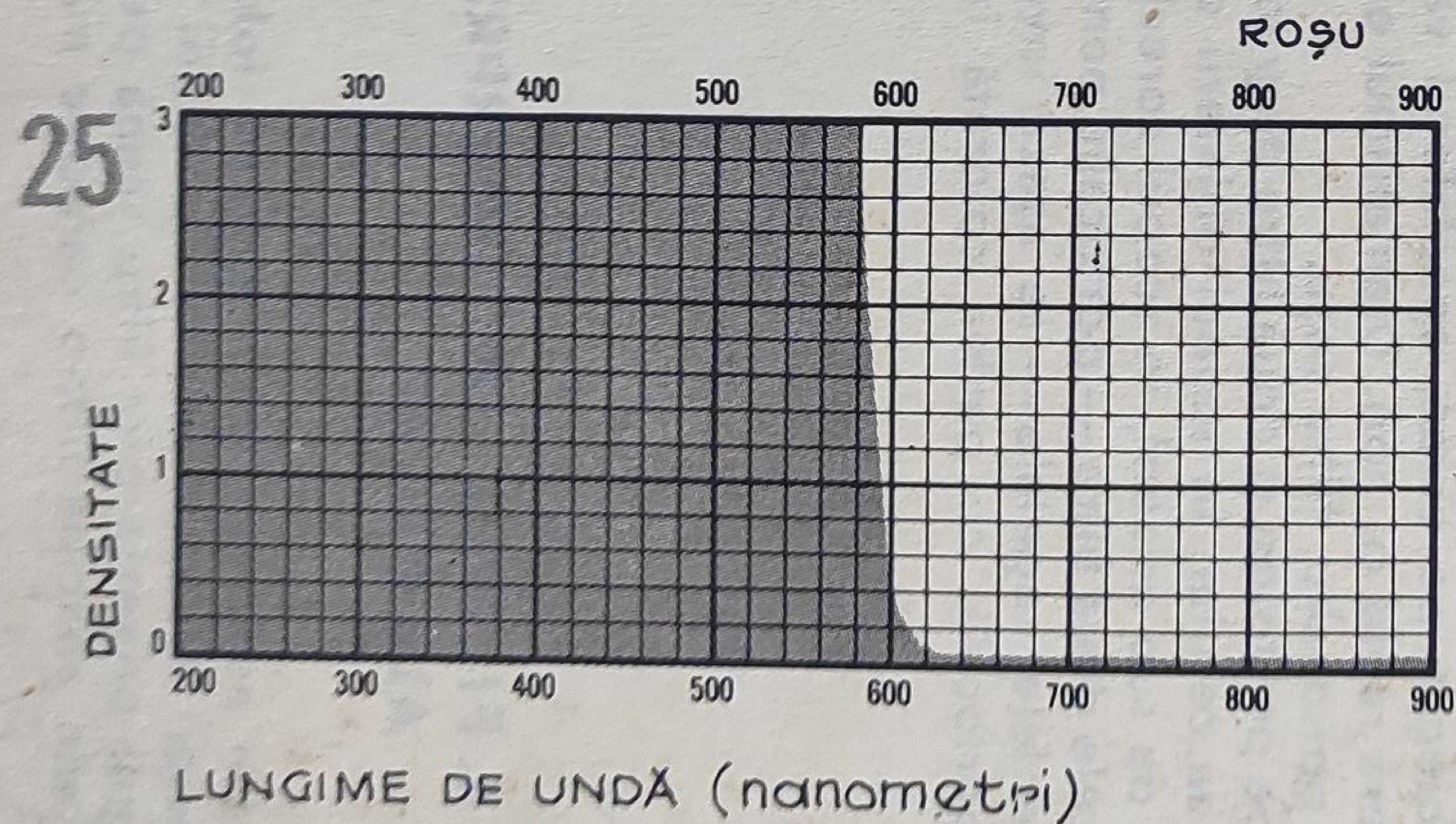


Fig. 7. Curbele de absorbție ale filtrului galben mediu (8), galben închis (15), galben-verde (11) și verde mediu (56).







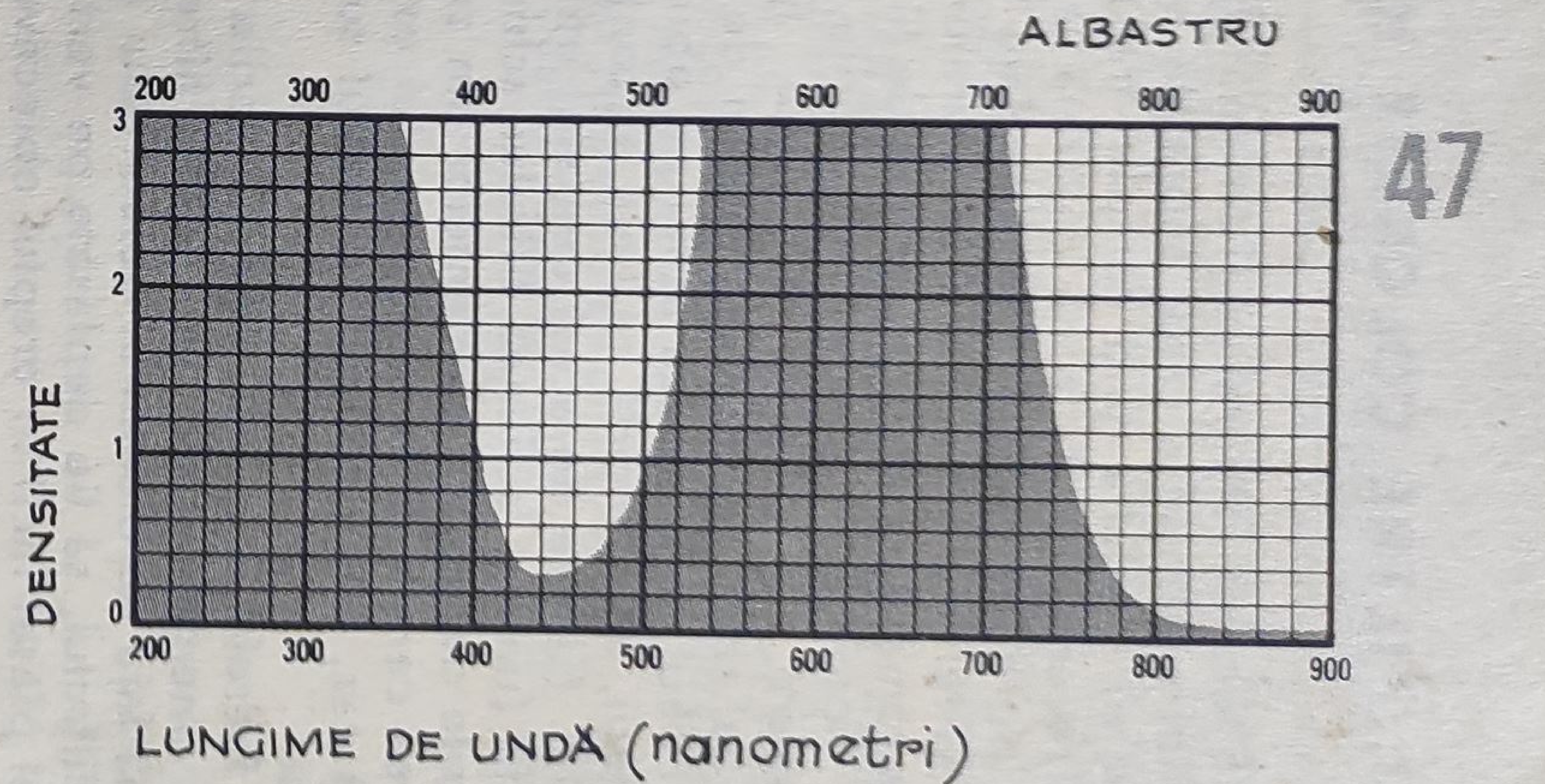


Fig. 8. Curbele de absorbție ale filtrelor verde închis (58), portocaliu (16), roșu mediu (25) și albastru (47).

3. FILTRE COLORATE NEUNIFORM

În tehnica fotografică și cinematografică alb-negru și color au o însemnată răspîndire filtrele a căror suprafață este numai în parte colorată (de obicei jumătate), cealaltă fiind complet transparentă.

Trecerea de la zona colorată la cea transparentă se face treptat, dar pe o porțiune îngustă din suprafața filtrului.

Astfel de filtre, care în literatura tehnică de specialitate publicată în limba română poartă denumirea de filtre „în degrade", „regresive" sau „umbral", folosite în special în lucrările color, pot avea aplicații interesante în alb-negru, mai ales în cazul filtrelor galben, portocaliu și roșu, „specializate" în dozarea tonului de gri cu care este redat cerul.

Filtrul se plasează astfel pe obiectiv, încît zona îngustă, de estompare a culorii, să coincidă cu linia orizontului, asigurîndu-se filtrarea exclusivă a cerului. Filtrele de acest gen sînt utile cînd zona de sub orizont nu trebuie filtrată (uneori acțiunea filtrului schimbă în mod nedorit raporturile dintre tonurile de gri ale elementelor din zona de sub orizont) sau cînd între strălucirea cerului și restul peisajului există un raport prea mare. În acest din urmă caz, filtrul reduce contrastul subiectului, adaptîndu-l la latitudinea filmului.

Filtrele degradé, avînd culorile amintite, pot avea aplicații interesante și în cinematografie. Se folosesc filtre dreptunghiulare la care lungimea este dublă față de diametrul obiectivului și care au posibilitatea, prin intermediul protfiltrului, să fie deplasate pe verticală. Dacă filmarea se începe cu filtrul astfel plasat încît în dreptul obiectivului să se afle numai zona transparentă, peisajul va conține un cer alb cu nori invizibili sau foarte estompați. Coborîndu-se treptat filtrul pînă ce zona sa de tranzit atinge linia orizontului, la proiecție pe ecran, spectatorul va vedea cum un cer alb, monoton, se acoperă rapid cu nori. Dramatismul efectului crește în ordinea: filtru galben, filtru portocaliu, filtru roșu.

Se pot folosi și două filtre degradé. De exemplu cînd se dorește simultan filtrarea cerului, în scopul obținerii efectului de furtună, și filtrarea zonelor verzi de sub orizont, în scopul corecției redării nuanțelor de verde. În acest caz, cele două filtre — portocaliu pentru cer și verde sau galben-verde pentru elementele vegetale — se așază invers unul în raport cu celălalt. Evident cel portocaliu cu partea colorată în sus iar celălalt cu zona filtrantă în jos.

4. FILTRUL DE INTERPRETARE PENTRU FOTOGRAFIA ALB-NEGRU

Un astfel de filtru servește fotografului sau cineastului, pentru a face aprecieri asupra valorilor iluminării și contrastului. Practic, autorul viitoarei imagini privește prin filtru scena pe care urmează s-o înregistreze pe film și poate anticipa într-o oarecare măsură rezultatul final. Aceasta deoarece

filtrul de interpretare utilizat în alb-negru, avînd o culoare galben-verde, are vizual un efect de reducere a contrastului între culori. Examinată printr-un astfel de filtru, scena se prezintă aproximativ ca și cum ar fi reprodusă de o imagine fotografică alb-negru. Fotograful realizează aprioric, astfel, raportul viitor al tonurilor de gri corespunzînd diferitelor culori ale scenei, putînd decide asupra filtrelor de contrast pe care trebuie să le monteze pe obiectiv pentru diferențierea culorilor importante din cadru. Filtrul are, în zona spectrală de transmisie maximă (560 — 580 nm), o densitate de circa 1,2.

Ilustrarea unora dintre rezultatele filtrării în alb-negru este prezentată în planșa 14 *A*, *B*, *C*, *D* și *E*, unde același peisaj, prezentat color (*A*), apoi alb-negru fără filtru (*B*), poate fi comparat cu cele obținute prin filtrarea succesivă cu culorile galben-verde, galben și roșu. Efectul cel mai pregnant este evidențiat în redarea cerului și implicit în reliefarea norilor. În planșa 15, panerul albastru-verde conținînd legume a fost reprodus color (*A*) apoi în alb-negru fără filtrare (*B*), iar apoi cu filtru albastru (*C*), roșu (*D*) și verde (E).

VII

Filtre pentru fotografia color

În capitolul precedent s-a arătat că motivația filtrării luminii în fotografia alb-negru se bazează pe următoarele elemente

— necesitatea corectării unor diferențe dintre sensibilitatea spectrală a filmului și sensibilitatea spectrală a ochiului;

— cerința de a diferenția, prin tonuri de gri contrastante, unele culori ale subiectului;

— dorința unor fotografi sau cineaști de a se exprima artistic prin intermediul efectelor speciale.

În fotografia color, filtrele sînt în special utile pentru:

— echilibrarea cromatică între sursele de lumină naturale și artificiale, de o compoziție extrem de variată, și principalele tipuri de filme disponibile;

— eliminarea dominatelor* din imaginea color care pot apărea datorită influenței expunerii, unor factori fizico-chimici ai fabricării, păstrării și prelucrării filmelor ca și prezenței la fotografiere a unor surse neincandescente (ca de exemplu lămpi fluorescente);

— realizarea efectelor speciale;

— controlul sensitometric și copierea filmelor în laboratoarele fotografice și cinematografice.

Pentru a înțelege mai bine modul de acțiune a filtrelor asupra aspectului imaginii color finale, este necesar să se completeze analiza percepției culorilor și a proprietăților lor, cu unele elemente privind:

— fenomenul subiectiv de adaptare a ochiului la lumina ambiantă;

— obiectivitatea înregistrării culorilor de către film;

— factorii care provoacă apariția dominantelor.

1. FOTOGRAFIA COLOR ȘI PERCEPȚIA CULORILOR

Din punct de vedere al fidelității reproducerii unei scene originale, fotografia color reprezintă, față de cea alb-negru, un mare pas înainte. Aceasta deoarece ea redă, alături de strălucire, atît nuanța cît și saturația culorilor originalului fotografiat. Apropierea reproducerii color de subiectul fotogra-

* Se consideră că o imagine fotografică color prezintă o dominantă, cînd o nuanță de culoare uniformă se suprapune culorilor „normale" ale subiectului.

fiat are desigur limitele ei, identitatea fiind practic imposibil de atins. Practica a arătat că o astfel de replică fotografică obiectiv identică nici nu este necesară. Fotografia color trebuie să fie doar o reprezentare a scenei originale și este suficient, pentru a fi considerat optimă, să creeze observatorului o senzație similară celei pe care acesta o are cînd privește originalul.

Din acest motiv, deși poate părea paradoxal, este uneori necesar să se falsifice realitatea, deoarece observatorului nu trebuie să i se prezinte neapărat ceea ce *există* și ar *trebui să vadă*, ci ceea ce se *așteaptă să vadă*, ceea ce *își amintește* că trebuie să vadă.

Aceasta, deoarece una dintre caracteristicile vederii umane, greu de precizat dacă este o calitate sau un defect, este capacitatea de adaptare a ochiului la lumina ambiantă. Astfel, ochiul, indiferent de caracteristicile spectrale ale acesteia*, percepe culorile care îi sînt familiare așa cum este obișnuit să le vadă, nu cum sînt în realitate.

De aceea, li se atribuie, elementelor lumii înconjurătoare, culorile pe care acestea le prezintă ochiului în iluminarea care îi este ochiului cea mai familiară, adică ziua, în timpul orelor de prînz. În acest răstimp, lumina diurnă conține cantități aproximativ egale de radiații roșii, verzi și albastre.

De exemplu, o foaie de hîrtie albă, iluminată de către o lampă cu incandescență (planșa 8, A) nu mai este în mod obiectiv albă, ci galben-portocalie, ca și culoarea dominantă a luminii pe care o reflectă. Ochiul se adaptează însă la această lumină și hîrtia îi apare albă. Din acest motiv, o imagine fotografică care redă obiectiv — galben — aspectul foii de hîrtie, nu va da satisfacție, pentru că privitorul ei *știe*, *ține minte* că hîrtia îi apare albă în lumina becului.

2. FILMUL COLOR ȘI REPRODUCEREA CULORILOR. ECHILIBRUL CROMATIC AL FILMELOR

Spre deosebire de ochi, filmul color este un element „eminamente" obiectiv. El înregistrează culorile așa cum sînt, într-un anume moment (cel al fotografierii), fără nici o interpretare, adaptare sau referință la vreun factor de ordin subiectiv.

Deci, ținînd seama de obiectivitatea filmului și de subiectivitatea ochiului, a fost necesar să se găsească soluții pentru ca, oricare ar fi situația, filmul să reproducă culorile așa cum este obișnuit ochiul să le vadă ziua, în lumina orelor de prînz.

Avînd la dispoziție o sursă oarecare, cu o anumită caracteristică spectrală, filmul „potrivit" pentru ea, astfel încît să reproducă culorile „ca și cum" această sursă ar iradia proporții egale de radiații roșii, verzi și albastre (ca și lumina diurnă la prînz), va trebui să aibă o astfel de sensibilitate spectrală încît să contracareze toate abaterile sursei de la lumina de zi (de exemplu, o sensibilitate crescută la radiația albastră, în cazul unei surse cu deficit în astfel de radiații).

Sursele de lumină naturale și artificiale, susceptibile de a fi utilizate în fotografie, prezintă o mare varietate de valori pentru temperatura de culoare,

*Este vorba de sursele de lumină întîlnite în mod curent în viața de toate zilele și în practica fotografică. Este evident că un subiect iluminat cu o sursă emițînd, de exemplu, numai o parte din spectru (zona albastră-verde de exemplu), va fi perceput de observator ca avînd culorile deformate, cu toată capacitatea de adaptare a ochiului uman.

astfel încît, fiind practic imposibil să se realizeze o gamă de filme echilibrate pentu fiecare dintre acestea, fabricanții acestor produse s-au limitat la două mari categorii:

— filme echilibrate pentru lumina de incadescență, avînd temperatura de culoare 3 200 K, numite filme de tip B și mai rar pentru 3 400 K (filme de tip A).

— filme echilibrate pentru lumina de zi, avînd temperatura de culoare 5 500 K, numite filme de tip D.

În afara acestor categorii de bază, se întîlnesc mai rar și filme așa numite „universale", echilibrate pentru 4 000 — 4 800 K, un compromis între lumina de zi și cea artificială și numite filme de tip G.

3. FACTORII DE VARIAȚIE A CULORILOR

Fabricarea a 2-3 tipuri de filme cu caracteristice spectrale standardizate nu poate, firește, rezolva problema reproducerii optime a culorilor în toate situațiile.

Astfel, prezența la fotografiere a unei lumini diferite de cea pentru care filmul întrebuințat este echilibrat; practicarea unor timpi de expunere foarte lungi sau foarte scurți; unii factori de natură fizico-chimică; întrebuințarea unor obiective ale căror lentile prezintă o ușoară colorație; iluminarea scenei cu surse avînd spectru discontinuu (de exemplu lămpi fluorescente) sau incomplet (surse cu lumină colorată), sînt tot atîtea cauze care, provocînd apariția dominantelor, duc la o reproducere nesatisfăcătoare a culorilor.

Înainte de a trece la descrierea surselor dominantelor, trebuie să se rețină două idei:

— existența acestor factori reprezintă de fapt justificarea principală a utilizării filtrelor în fotografia color, întrucît prin filtrare, în majoritatea cazurilor, dominantele sînt eliminate;

— procesul reversibil este mult mai critic și reclamă filtrarea în toate cazurile în care intervin surse ale dominantelor. Procesul negativ-pozitiv, permite ca, în unele cazuri, filtrarea să nu se facă în momentul captării imaginii, ci în faza copierii originalului negativ pe copia sa pozitivă.

ILUMINAREA CU CARACTERISTICI SPECTRALE INADECVATE PENTRU FILMUL DISPONIBIL

Sînt numeroase cazurile în care fotograful este obligat să folosească un anume film, în condițiile unei iluminări pentru care acesta nu este echilibrat.

Astfel de situații intervin fie cînd lumina are o temperatură de culoare făcînd parte din valorile standardizate dar nu se dispune de filmul corespunzător, fie cînd lumina are o temperatură de culoare cu valoare diferită de cele standardizate.

Filmul echilibrat pentru surse cu incandescență (3 200 K), utilizat în lumina de zi, va produce o imagine care prezintă o puternică dominantă albastră. Invers, utilizarea unui film de tip lumină de zi (5 500 K), utilizat într-un interior iluminat cu lumină artificială de incandescență, va conține în imaginea finală o dominantă galben-roșie. În general, dominanta albastră apare cînd temperatura de culoare a luminii are valori mai mare decît a celei pentru care filmul a fost echilibrat, iar dominanta galben-roșie apare în situațiile inverse, cînd temperatura de culoare a echilibrării filmului este mai mare decît cea a luminii prezente. Desigur, între aceste două cazuri limită, există și situații intermediare, la care dominantele sînt mai estompate.

INFLUENȚA EXPUNERII

Este evident că o bună reproducere a culorilor nu este posibilă decît dacă filmul a fost expus corect și că orice abatere (în special în direcția *subexpunerii* peliculei), duce la apariția unei dominante de nuanță variabilă, în funcție de tipul de film luat în considerare.

Noțiunea teoretică de expunere corectă trebuie totuși, interpretată cu prudență în anumite circumstanțe. Este cazul, în particular, al fotografierilor cu timpi de expunere foarte scurți sau foarte lungi, al căror efect asupra filmului în culori antrenează nu numai o scădere a sensibilității practice a filmului, ci creează și un dezechilibru cromatic al acestuia. Acest fenomen este cunoscut sub numele de abatere de la legea reciprocității, sau, după numele descoperitorului său, efectul Schwarzchild.

Pare, la prima vedere, că expunerea corectă a unui film, reprezentată de produsul dintre intensitatea iluminării și durata expunerii, poate rezulta dintr-o serie de perechi deschidere a diafragmei — timp de expunere, cu condiția ca acest produs să rămînă constant. Altfel spus, o lumină cu o intensitate redusă, acționînd un anume timp, va produce același efect ca și o lumină cu intensitate mare acționînd un timp proporțional mai scurt.

În realitate, sensibilitatea efectivă a unui film variază și în funcție de timpul de expunere folosit. Din fericire, acest fenomen nu se manifestă vizibil decît la nivelele foarte puternice sau foarte slabe de iluminare, cînd este obligatoriu să se apeleze la timpi de expunere extrem de scurți (sub o miime de secundă) sau respectiv foarte lungi (de ordinul secundelor).

Efectul Schwarzschild, transpus în practică, înseamnă că sensibilitatea unui film nu poate fi considerată ca valabilă decît într-un interval de timpi de expunere cuprins între valorile 1/10 și 1/1000 s, adică în marea majoritate a situațiilor curente.

Mai sus sau mai jos de aceste valori este necesar să se țină seama de efectul Schwarzshild, mărind expunerea filmului și aducînd luminii, cu ajutorul unor filtre adecvate, corecțiile indispensabile filmului aflat în lucru.

FACTORI FIZICO-CHIMICI, SURSE DE APARIȚIE A DOMINANTELOR

Dominantele pot fi produse datorită unor factori tehnologici de natură fizico-chimică care acționează fie în faza de fabricare a filmelor, fie în etapele de păstrare și prelucrare chimică.

Fabricarea filmului

În ciuda progreselor neîncetate realizate în tehnologia fabricării materialelor fotosensibile, industria fotografică se arată încă incapabilă să producă filme color, riguros identice între ele. Variațiile, în general nu prea mari, care se manifestă între diferitele șarje de fabricație, prin apariția unor dominante ușoare de nuanțe diferite, devin sesizabile și deci supărătoare, mai ales cînd diapozitivele sau filmele cinematografice reversibile (de amatori sau pentru televiziune), avînd astfel de diferențe, sînt prezentate spectatorului într-o succesiune rapidă (diaporame, filme montate etc.) care permit efectuarea de comparații între imagini.

Vechimea și conservarea filmului

În majoritatea cazurilor, pe ambalajul original al filmelor este marcat termenul de garanție (data de expirare). Această indicație trebuie luată în considerare doar cu titlu orientativ, fiind de preferat filme cu termen de ga-

ranție cît mai depărtat, deci mai proaspete, și de asemenea păstrate pînă la data folosirii în condiții cît mai bune (temperatura sub 12°C, umiditate relativă de circa 40%). Acțiunea combinată a unei temperaturi ridicate și a unei umidități superioare valorii de 40% sînt de obicei cauze sigure de pierderea sensibilității filmului și de apariție a dominantelor. Filmele cu termen de garanție depășit prezintă de obicei aceleași probleme. Păstrarea filmelor în frigider, în ambalajul original, asigură condiții optime de conservare. Se reamintește, cu această ocazie, că un film păstrat la frigider trebuie, după scoaterea sa de la temperatura acestuia, în vederea folosirii, să fie lăsat 1—2 ore* la temperatura camerei, înaintea dezambalării. În felul acesta se va evita condensarea umidității pe suprafețele reci ale filmului, însoțită de degradarea și lipirea acestora.

Tratamentul filmelor

Ca și în cazul fabricației filmelor, în stadiul actual al chimiei fotografice, cu toate măsurile de control chimic, mecanic și sensitometric** al proceselor de prelucrare, variațiile care apar afectează de mai multe ori echilibrul cromatic al imaginii color.

SURSE DE LUMINĂ CU SPECTRU DISCONTINUU

Astfel de surse (de exemplu, lămpile fluorescente) conțin în spectrul lumini emise unele linii spectrale izolate dar puternice pe care ochiul nu le poate sesiza dar pelicula color le „simte", reproducîndu-le sub forma unor dominante nedorite. Astfel de dominante apar și cînd scena este iluminată cu lumină colorată.

4. CATEGORII DE FILTRE PENTRU FOTOGRAFIA COLOR***

Clasificarea filtrelor din această grupă se face deobicei în funcție de factorii de variație a culorilor ale căror efecte sînt anulate sau diminuate prin filtrare, astfel:

— echilibrarea cromatică între film și sursa de lumină se asigură cu ajutorul filtrelor *corectoare* de lumină;

— eliminarea dominantelor produse de efectul Schwartschild, de unii factori fizico-chimici, de sursele cu spectrul discontinuu ca și de unele optici colorate se asigură de către filtrele de *compensare*.

FILTRE CORECTOARE DE LUMINĂ

După cum s-a mai arătat, sarcina acestor filtre este aceea de a „ajusta" temperatura de culoare a sursei, la cea pentru care filmul a fost prevăzut de fabricant.

* Timpul necesar de adaptare la temperatura mediului în care se face fotografierea este cu atît mai mare cu cît diferența dintre temperatura frigiderului și cea a mediului ambiant este mai mare.

** v. cap. X.

*** Filtrele colorate utilizate în mod obișnuit în fotografia alb-negru nu convin pentru domeniul de față (cu excepția cazurilor în care se urmărește obținerea unor efecte speciale), deoarece ele conferă imaginii color o dominantă corespunzătoare nuanței lor.

Aceste filtre, care există în diferite culori și densități, permit să se coboare (seria galben-portocalie) sau să se ridice (seria albastră) temperatura de culoare a luminii. Cu alte cuvinte, permit să se „încălzească" respectiv să se „răcească" culorile pe care filmul, în absența filtrului, le ar reproduce mai mult sau mai puțin altfel decît cele la care se așteaptă ochiul, uneori.

Nomenclatura Kodak-Wratten, de departe cea mai utilizată în lumea fotografică, face o distincție între filtrele corectoare, după cum acestea aduc o modificare moderată a temperaturii de culoare (filtre de *corecție* propriu-zise) sau mai puternică (filtre de *conversie*).

Filtre de corecție**

Există două serii de filtre Kodak-Wratten numite de *corecție* care permite să se modifice calitatea luminii, pentru a se obține o reproducere mai „rece" (mai albastră) sau mai „caldă" (mai galbenă) a culorilor. Seria albastră poartă numărul 82, iar seria galbenă numărul 81.

Caracteristicile spectrale ale filtrelor de corecție sînt prezentate în figura 9, A și B din a căror examinare rezultă următoarele:

— seria 81 prezintă densități (deci absorbții) mai ridicate în zona albastră (treimea 400—500 nm a spectrului), îmbogățind în lumina transmisă proporția de radiații cu lungime de undă mare (500—700 nm);

— seria 82 prezintă caracteristici spectrale inverse, absorbția manifestîndu-se în special în zona lungimilor de undă mari;

— densitățile maxime sînt, pentru ambele serii, relativ mici, nedepășind valori de 0,4 — 0,5, ceea ce corespunde unei absorbții moderate și unor factori ai filtrelor care nu depășesc 2/3 de diafragmă.

Filtrele de corecție se utilizează în mod obișnuit în condiții de iluminare artificială de incandescență, pentru a alinia diferitele surse disponibile la temperaturile de culoare „standardizate" pentru filme, 3 200 — 3 400 K, precum și în exterior, pentru corecția luminii în anumite situații (apus de soare, umbră deschisă, cer acoperit etc.).

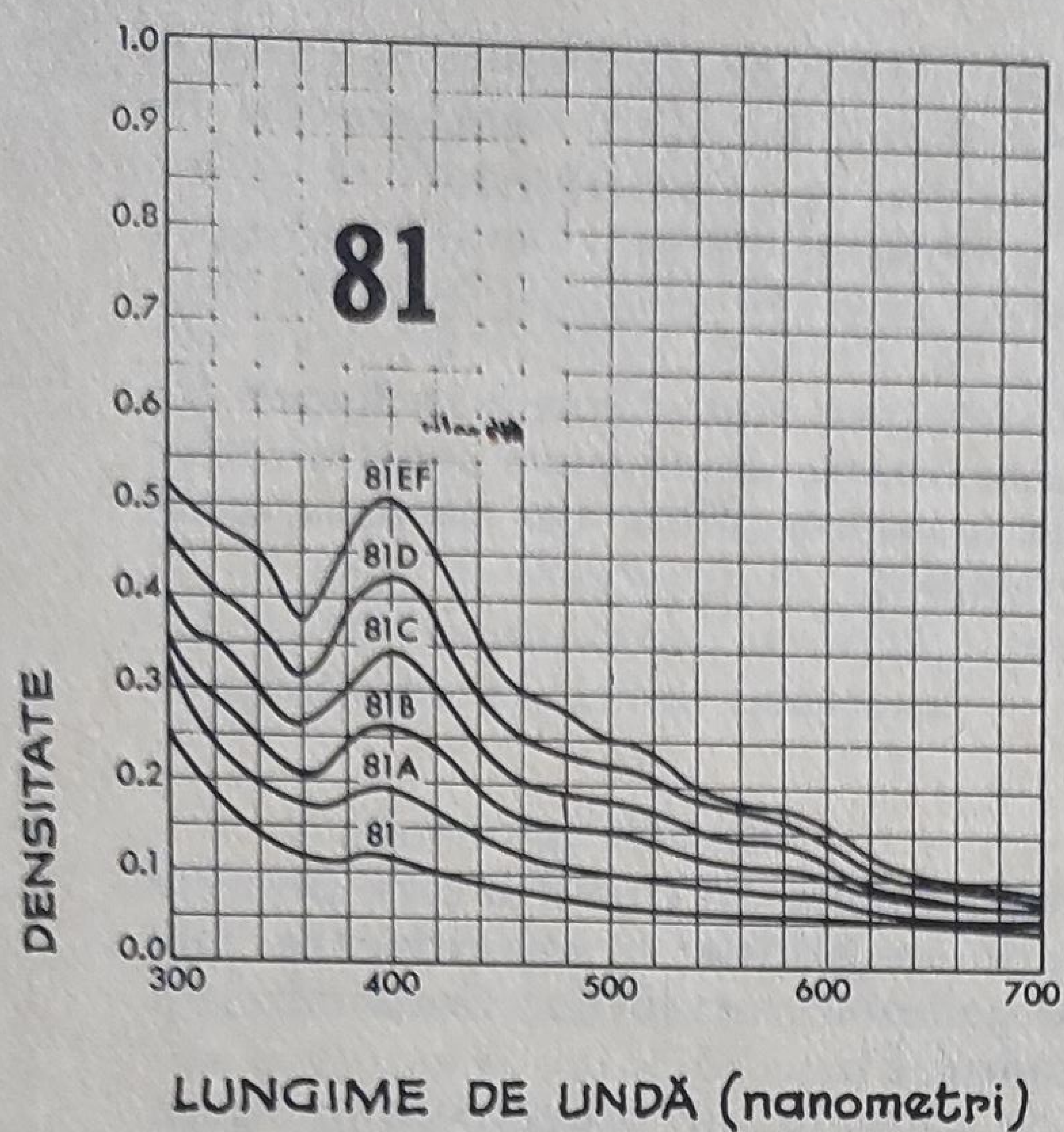
Tabelul 9 cuprinde lista filtrelor de corecție, modificările de temperatură de culoare pe care le produc asupra surselor, exprimate în Kelvin și Mired, precum și corecțiile de diafragmă ce trebuie aduse pentru a anula efectul absorbției de lumină. Din examinarea tabelului se observă că, la seria albastră, pentru modificări mai semnificative de temperatură de culoare (peste 480 K), este necesară prezența simultană a două filtre de corecție.

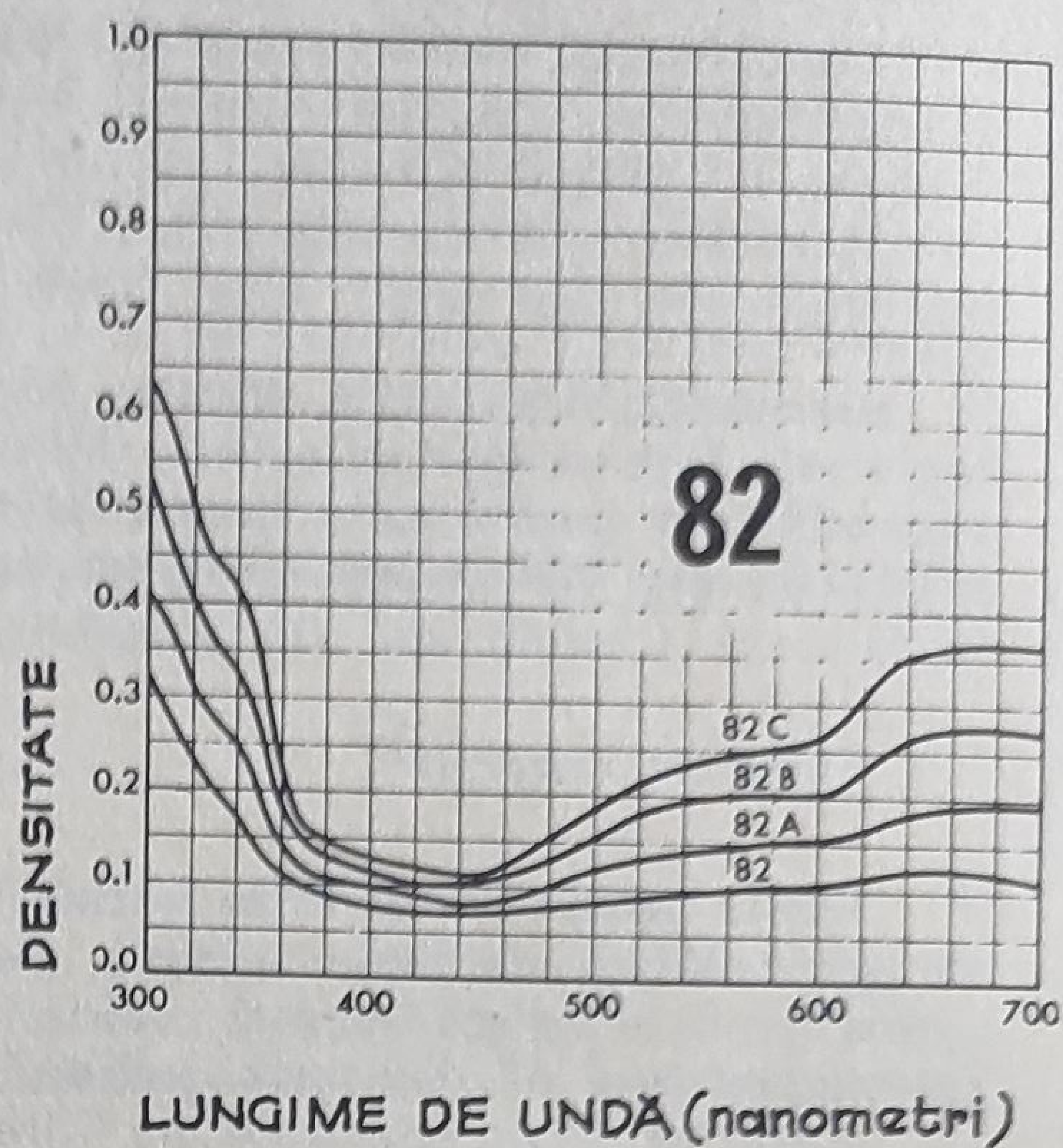
Filtre de conversie

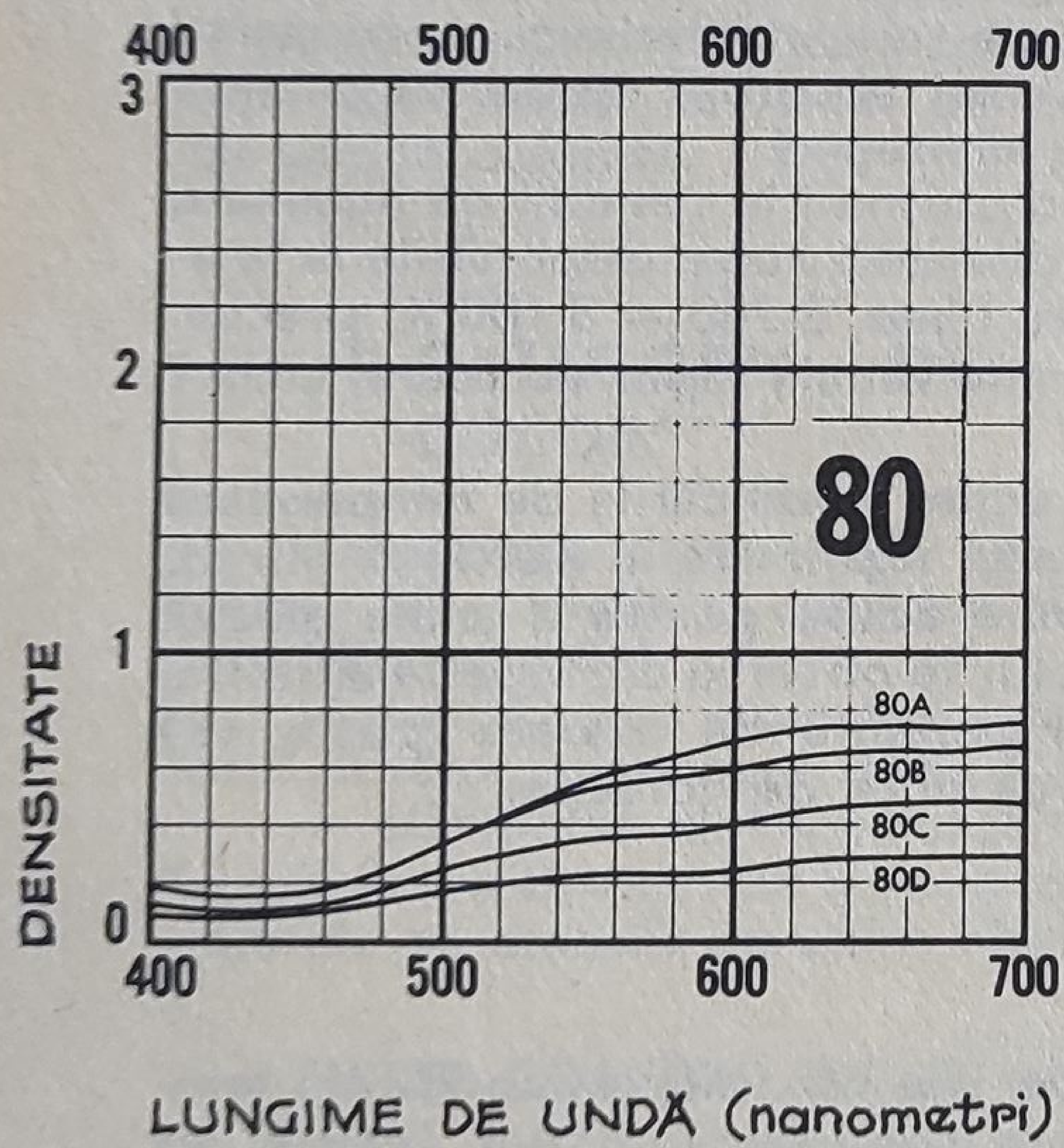
Utilizarea acestora este necesară ori de cîte ori trebuie modificată temperatura de culoare a luminii cu o valoare importantă. Astfel, filmele tip „lumină de incandescență" se pot folosi în exterior sau cu lămpi fulger electronice (care au o emisie de tip lumină de zi) și invers, filmele echilibrate pentru lumina de zi pot reproduce corect subiectele aflate în lumină de incandescență.

* Ajustarea trebuie înțeleasă în sensul că filtrul, absorbind selectiv radiații de o anumită lungime de undă, permite trecerea doar a acelora care recrează la nivelul filmului, amestecul avînd temperatura de culoare pentru care acesta a fost echilibrat.

** În unele lucrări de specialitate, aceste filtre poartă denumirea de filtre de balansare.







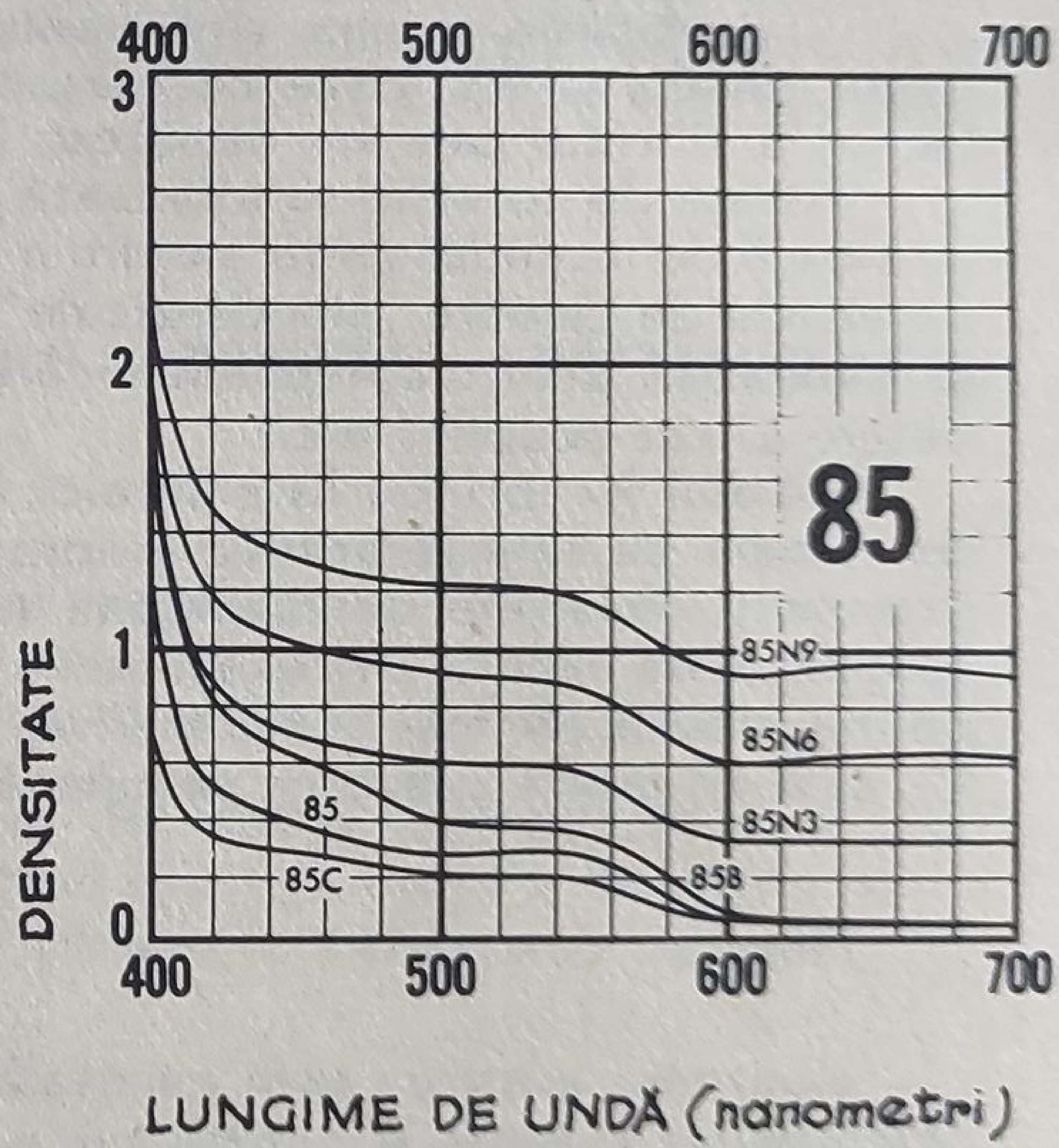


Fig. 9. Curbele de absorbție ale filtrelor Kodak-Wratten corectoare de lumină: A — seria filtrelor de corecție 81; B — seria filtrelor de corecție 82; C — seria filtrelor de conversie 80; D — seria filtrelor de conversie 85.

Tabelul 9

Filtrele de corecţie Wratten şi efectele lor

Culoarea filtrului	Nr. filtrului	Mărirea expunerii (în diviziuni de diafragmă)*	Pentru a se obţine 3 200 K, pornind de la	Pentru a se obţine 3 400 K, pornind de la	Interval în mired
	82 C +82 C	1 1/3	2 490 K	2 810 K	— 89
	82 C +82 B	1 1/3	2 570 K	2 700 K	— 77
Albastru	82 C +82 A	1	2 650 K	2 780 K	— 65
	82 C +82	1	2 720 K	2 870 K	— 55
	82 C	2/3	2 800 K	2 950 K	— 45
	82 B	2/3	2 900 K	3 060 K	— 32
	82 A	1/3	3 000 K	3 880 K	— 21
	82	1/3	3 100 K	3 290 K	— 10
	fără filtru		3 200 K	3 400 K	—
	81	1/3	3 300 K	3 510 K	+ 9
	81 A	1/3	3 400 K	3 630 K	+18
Galben-portocaliu	81 B	1/3	3 500 K	3 740 K	+27
	81 C	1/3	3 600 K	3 850 K	+38
	81 D	2/3	3 700 K	3 970 K	+42
	81 EF	2/3	3 850 K	4 140 K	+52

Seria de filtre 80 (albastră) ridică temperatura de culoare a luminii existente iar filtrele din seria 85 (portocalie) o coboară. Acestea din urmă sînt disponibile şi combinate cu filtre de densitate neutră, caz în care corecţia de diafragmă este mai mare cu cîte o diviziune în plus pentru fiecare densitate de 0,3 adăugată de filtrul gri.

Caracteristicile spectrale ale filtrelor de conversie sînt prezentate în figura 9, C şi D.

În domeniul vizibil, aspectul curbelor de absorbţie este asemănător cu cel al filtrelor din seriile 81 şi 82 dar densităţile maxime au valori mai ridicate (0,8), cărora le corespund şi factori ai filtrelor mai mari. La seria 85 sînt prezentate şi curbele filtrelor combinate (cu densităţi neutre) ale căror densităţi cumulate tind spre valoarea 2, pentru anumite lungimi de undă.

Efectul filtrelor de conversie este prezentat în tabelul 10, în mod similar cu cel al filtrelor de corecţie: în diviziuni de diafragmă, în Kelvin şi în Mired.

Şi aceste valori de creştere a expunerii pentru compensarea absorbţiei filtrului trebuie, pentru lucrările care cer mare precizie, să fie verificate prin încercări prealabile.

Tabelul 10

Filtrele de conversie Wratten și efectele lor

Culoarea filtrului	Nr. filtrului	Mărirea expunerii în diviziuni de diafragmă	Modificarea în Kelvin	Interval în mired
	80 A	2	3 200 la 5 500 K	— 131
Albastru	80 B	1 2/3	3 400 la 5 500 K	— 112
	80 C	1	3 800 la 5 900 K	— 81
	80 D	1/3	4 200 la 5 500 K	— 56
	85 C	1/3	5 500 la 3 800 K	+81
	85	2/3	5 500 la 3 400	+112
	85 N 3	1 2/3	5 500 la 3 400	+112
	85 N 6	2 2/3	5 500 la 3 400 K	+112
Portocaliu	85 N 9	3 2/3	5 500 la 3 400 K	+112
	85 B	1	5 500 la 3 200 K	+131
	85 B N 3	2	5 500 la 3 200 K	+131
	85 B N 6	3	5 500 la 3 200 K	+131

Filtre corectoare de lumină produse de alte firme

Alte firme producătoare de filtre fie se mărginesc să atribuie produselor proprii nomenclatura Kodak-Wratten, fie folosesc sisteme proprii de identificare a filtrelor. Un sistem destul de răspîndit îl constituie „filtrele decamired", care sînt desemnate printr-o literă R (roșu) sau B (albastru), ce indică coborîrea, respectiv ridicarea temperaturii de culoare, urmate de un număr reprezentînd intervalul în Mired corectat, divizat prin 10 (de unde denumirea „decamired"). De exemplu, filtrul R 12 este un filtru de coborîre a temperaturii de culoare în cadrul unui interval de 12 X 10 = 120 mired, ceea ce corespund unei medii a efectelor filtrelor 85 (112 mired) și 85 B (131 mired). În seria filtrelor decamired se întîlnesc și valori de corecție mai mari decît cele asigurate de filtrele Wratten (max. 131 mired). Astfel, există și filtre de R 15 (corecție 150 mired) și B 20 (corecție 200 mired). Astfel de filtre sînt propuse de firmele B + W și Filtroptic.

Firma Agfa-Gevaert produce de asemenea două serii de filtre corectoare de lumină:

— CTO (prescurtare de la color temperature orange) cu 6 filtre diferite clasate, în ordinea crescătoare a densității, astfel: CTO 1, 2, 4, 8, 12 și 16. Primele trei își găsesc echivalentul în filtrele de corecție Wratten 81, CTO 8 și CTO 12 în Wratten 85 și 85 B; CTO 16 neavînd echivalent la Kodak este aproximativ corespondent cu R 15;

— CTB (prescurtare de la color temperature blue) care există de asemenea în șase densități desemnate prin codurile CTB 1, 2, 4, 8, 12 și 16.

Acestea echivalează aproximativ cu filtrele Wratten 82 (CTB 1, 2 și 4) și Wratten 80 (CTB 8, 12), CTB 16 nu are echivalent Wratten, fiind similar lui B 15.

În sfîrşit, firma ORWO, cu cod propriu format din litera K urmată de un număr (cuprins între 10 şi 18), precizează, în documentaţia tehnică însoţitoare a filtrelor, acţiunea acestora în decamired.

Cu aceste date este posibil să se alcătuiască tabelul 11 de corespondenţă aproximativă între filtrele corectoare de lumină oferite de diferitele firme menţionate.

Tabelul 11

Corespondenţa aproximativă dintre filtrele corectoare de lumină produse de diferite firme

Intervalul mired	Wratten	Agfa-Gevaert	Orwo	Decamired
—10	82	CTB 1		
—18	82 A	CTB 2	K 10	B 1,5
—32	82 B	CTB 1 +CTB 2	K 11	B 3
—45	82 C	CTB 4	K 12	B 6
—131	80 A	CTB 12		
—112	80 B	CTB 8 +CTB 2	K 13	B 12
—81	80 C	CTB 8		
—160	—	CTB 16	—	B 16
+10	81	CTO 1	K 15	R 1,5
+18	81 A	CTO 2		
+27	81 B	CTO 1 +CTO 2	K 16	R 3
+35	81 C	—		
+42	81 D	—	—	—
+53	81 EF	—	K 17	R 6
+112	85	CTO 8 +CTO 2	K 14	—
+131	85 B	CTO 12	K 18	R 12
+160	—	CTO 16	K 19	R 16

FILTRE COMPENSATOARE DE LUMINĂ

Spre deosebire de filtrele corectoare de lumină care au drept unic rol de a alinia caracteristicile spectrale ale sursei de lumină şi filmului, filtrele de compensare au un rol de aplicare mult mai vast şi anume, neutralizarea dominantelor de orice culoare care rezultă din modificarea echilibrului cromatic al filmelor de către următorii factori:

— timpul de expunere (efectul Schwarzschild);

— lipsa de omogenitate între diferitele şarje provenită din fabricaţie;

— discontinuităţile în repartiţia spectrală a anumitor surse;

— coloraţia obiectivelor fotografice, anumite optici avînd tendinţa de

a produce tonuri exagerat de „reci" sau de „calde", în funcție de natura și numărul lentilelor componente;

— condiții de păstrare incorecte sau depășirea termenului de garanție a filmului.

Filtrele de compensare Kodak, de asemenea luate drept referință, sînt disponibile în următoarele șase culori: albastru, verde, roșu, galben, azuriu și purpuriu. Filtrele avînd culorile albastru, verde și roșu atenuează aproximativ 2/3 din spectrul vizibil în timp ce cele galben, azuriu și purpuriu numai 1/3.

Filtrele în discuție pot fi folosite singure sau în combinație, permițînd toate corecțiile dorite. Un filtru de compensare Kodak este definit prin literele CC (color compensation) urmat de un număr care exprimă absorbția procentuală a filtrului considerat, precum și o literă care indică culoarea filtrului.

De exemplu: CC 20 Y desemnează un filtru

— compensator de culoare CC
— cu absorbție de 20% pentru zona albastră a spectrului 20
— avînd culoarea galbenă . . . . Y

Literele care precizează culoarea sînt inițialele denumirilor culorilor în limba engleză.

— Y — yellow = galben
— M — magenta = purpuriu
— C — cyan = azuriu
— R — red = roșu
— G — green = verde
— B — blue = albastru

Absorbțiile filtrelor sînt măsurate pentru lungimea de undă de absorbție maximă, aceasta fiind semnificația valorii Densitate maximă din tabelul 12. Astfel, de exemplu, densitatea unui filtru galben este determinată în funcție de puterea sa absorbantă în lumină albastră (complementară).

În seria de filtre albastre, verzi și roșii, fiecare dintre acestea conțin aceiași coloranți și aproximativ în aceeași cantitate ca și cele două filtre corespondente:

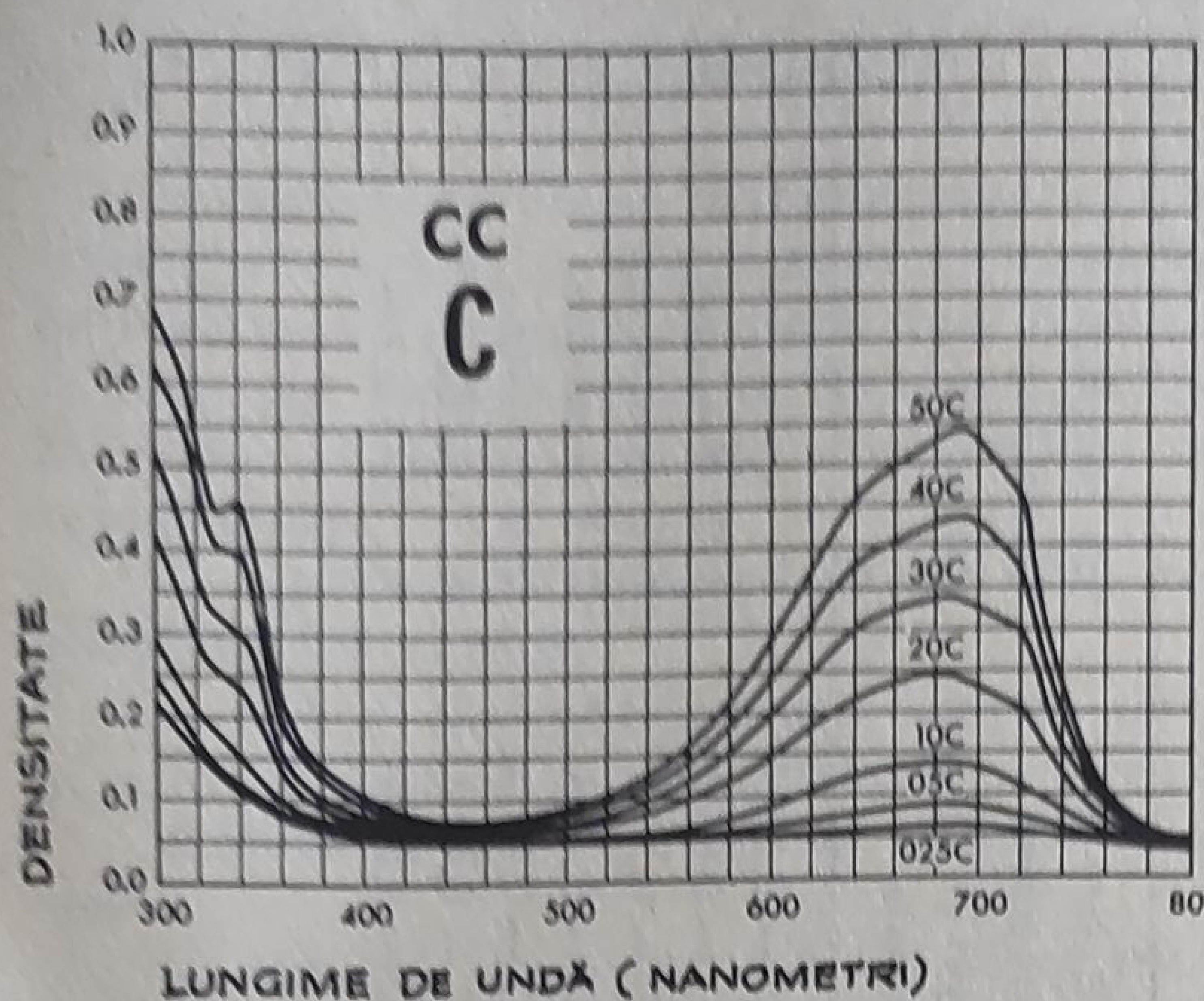
purpuriu și azuriu, pentru albastru,
galben și azuriu, pentru verde,
galben și purpuriu, pentru roșu.

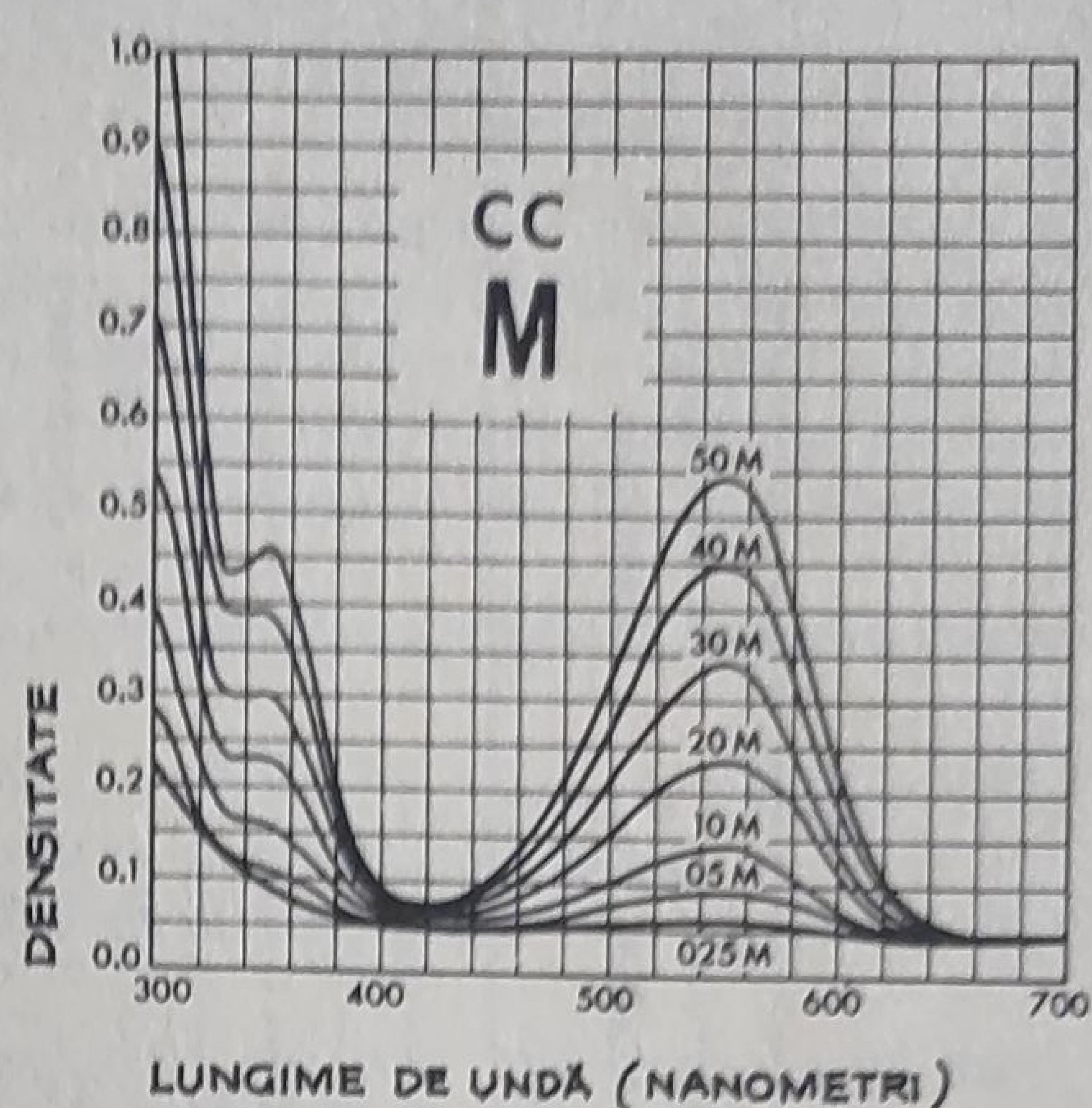
Din acest motiv, se poate înlocui perechea:

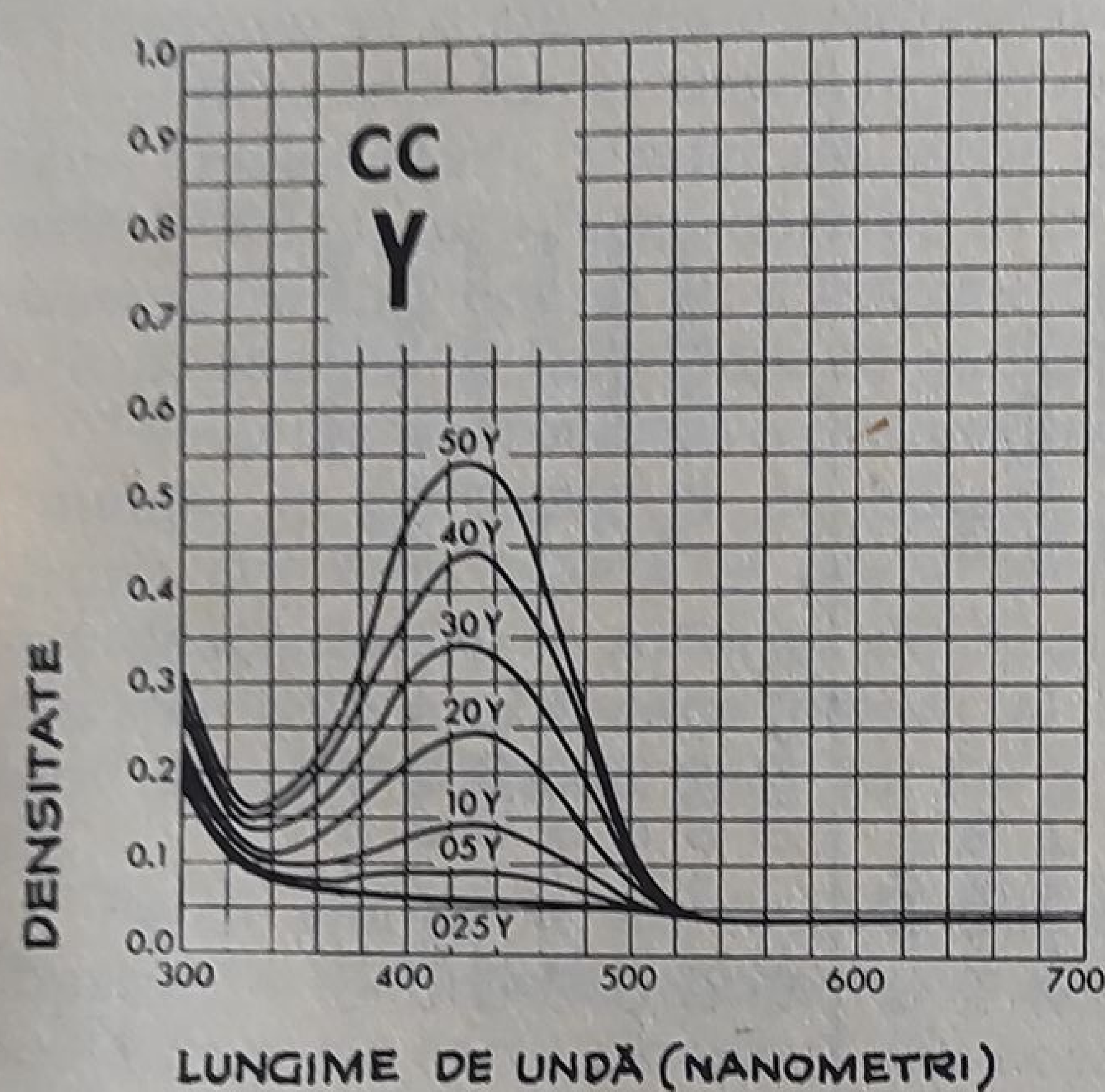
CC 10 Y + CC 10 M cu un singur filtru CC 10 R
CC 30 Y + CC 30 C cu un singur filtru CC 30 G
CC 20 M + CC 20 C cu un singur filtru CC 20 B

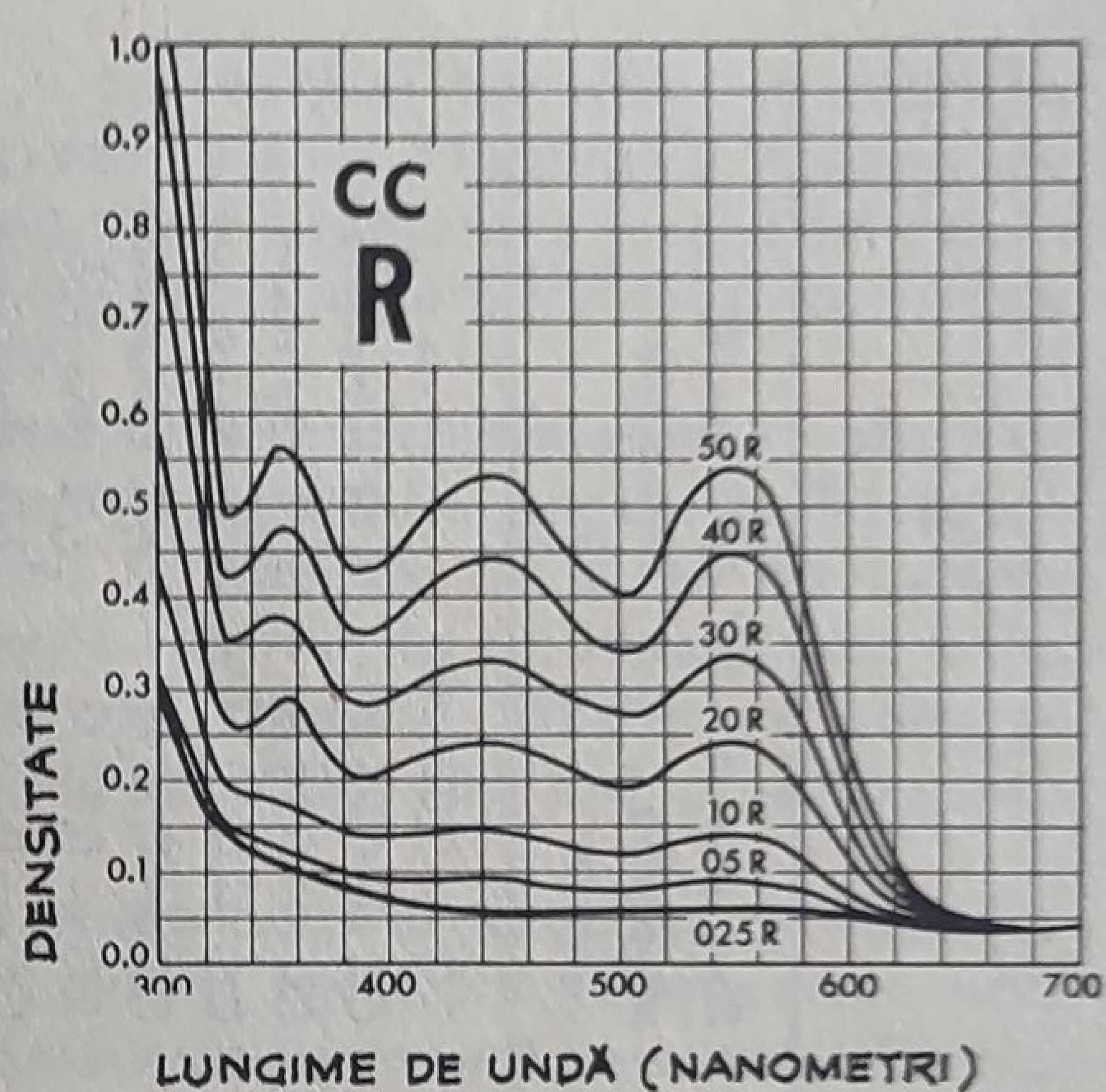
Aceasta, în ideea că, pentru o anumită filtrare, este de preferat să se utilizeze un număr cît mai redus de filtre. În orice caz regula de întrebuințare a filtrelor de compensare la fotografiere (de altfel valabilă pentru toate filtrele selective) este aceea că, pentru eliminarea unei dominante de o anumită culoare se utilizează filtrul de culoare complementară a acesteia. Tabelul 12 cuprinde lista completă a filtrelor de compensare Kodak și corecțiile aproximative de diafragmă pentru diferite densități (absorbții) ale acestora iar figura 10 prezintă curbele de absorbție ale filtrelor respective.

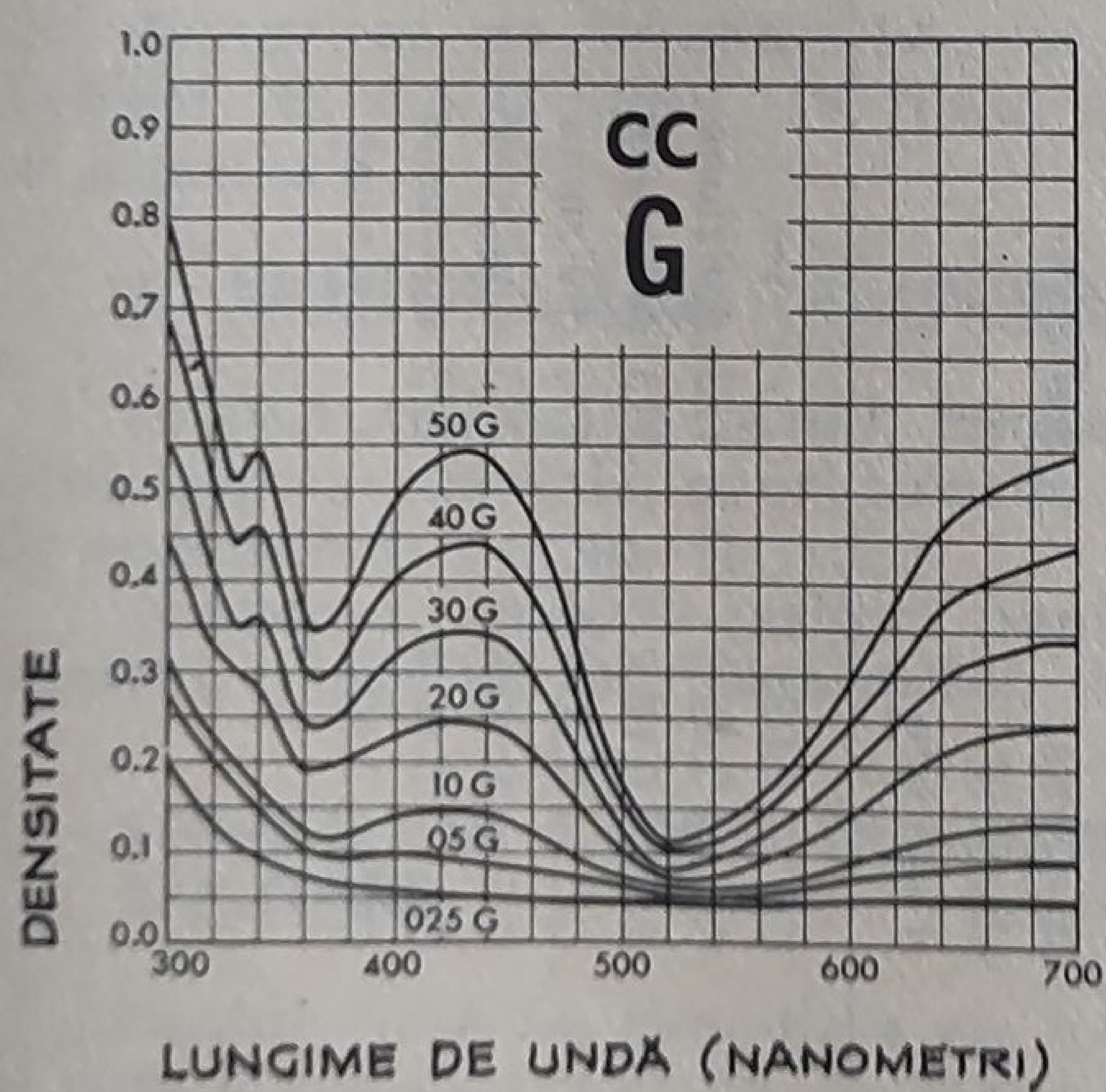
Filtrele CC nu trebuie confundate cu filtrele CP (colour printing = copiere color) produse de aceeași firmă, deși le pot înlocui în aparatele de copiere a filmelor pe materiale pozitive. Filtrele CP au de obicei culorile galben, azuriu și purpuriu, valori de densități asemănătoare cu absorbții pînă la 99%, dar fiind filtre cu calități optice mai scăzute (fabricate din gelatină depusă pe suport de triacetat), nu sînt apte pentru filtrarea în cadrul fascicolelor formatoare de imagine (în fața sau imediat în spatele obiectivului). Din acest motiv, filtrele CP nu pot fi folosite la filmare sau fotografiere ci numai în aparatele de copiat, plasate între sursa de lumină și film.











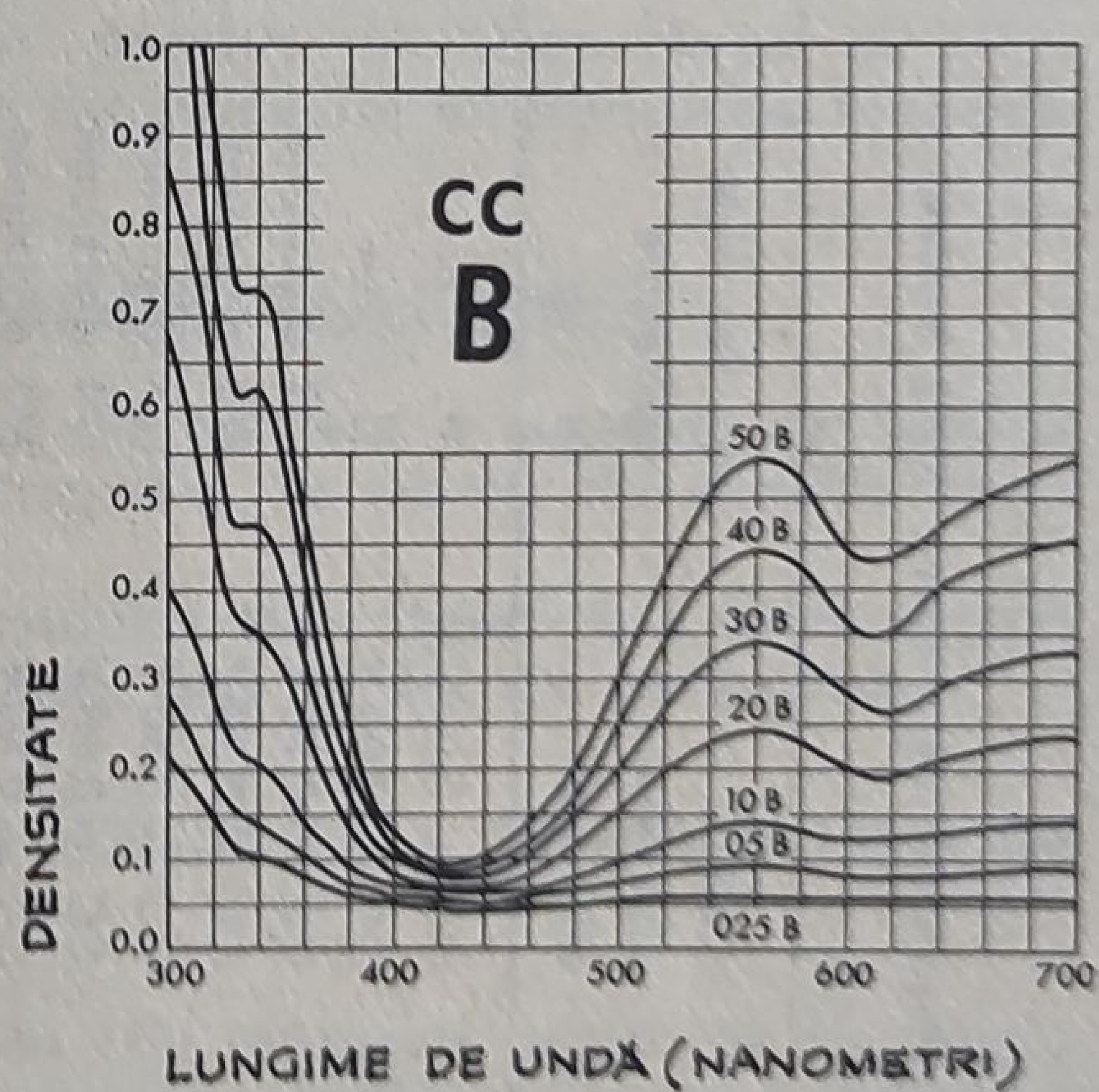


Fig. 10. Curbele de absorbție ale filtrelor de compensare Kodak:
C — cyan — azuriu R — red — roșu
M — magenta — purpuriu G — green — verde
Y — yellow — galben B — blue — albastru

Tabelul 12

Filtrele compensatoare de culoare (CC) Kodak

Densitate maximă	Galben Y absoarbe albastrul	Se deschide diafragma cu	Purpuriu M absoarbe verdele	Se deschide diafragma cu	Azuriu C absoarbe roșul	Se deschide diafragma cu
0,025	CC — 0,025 Y	—	CC — 0,025 M	—	CC — 0,025 C	—
0,05	CC — 0,05 Y	—	CC — 0,05 M	1/3 diviziune	CC — 0,05 C	1/3 diviziune
0,10	CC — 0,10 Y	1/3 diviziune	CC — 0,10 M	1/3 diviziune	CC — 0,10 C	1/3 diviziune
0,20	CC — 0,20 Y	1/3 diviziune	CC — 0,20 M	1/3 diviziune	CC — 0,20 C	1/3 diviziune
0,30	CC — 0,30 Y	1/3 diviziune	CC — 0,30 M	2/3 diviziune	CC — 0,30 C	2/3 diviziune
0,40	CC — 0,40 Y	1/3 diviziune	CC — 0,40 M	2/3 diviziune	CC — 0,40 C	2/3 diviziune
0,50	CC – 0,50 Y	2/3 diviziune	CC — 0,50 M	2/3 diviziune	CC — 0,50 C	2/3 diviziune

Densitate maximă	Roșu R absoarbe albastrul și verdele	Se deschide diafragma cu	Verde G absoarbe albastrul și roșu	Se deschide diafragma cu	Albastru B absoarbe roșul și verdele	Se deschide diafragma cu
0,025	CC — 0,025 R	—	CC — 0,025 G	—	CC — 0,025 B	—
0,05	CC — 0,05 R	1/3 diviziune	CC — 0,05 G	1/3 diviziune	CC — 0,05 B	1/3 diviziune
0,10	CC — 0,10 R	1/3 diviziune	CC — 0,10 G	1/3 diviziune	CC — 0,10 B	1/3 diviziune
0,20	CC — 0,20 R	1/3 diviziune	CC — 0,20 G	1/3 diviziune	CC — 0,20 B	2/3 diviziune
0,30	CC — 0,30 R	2/3 diviziune	CC — 0,30 G	2/3 diviziune	CC — 0,30 B	2/3 diviziune
0,40	CC — 0,40 R	2/3 diviziune	CC — 0,40 G	2/3 diviziune	CC — 0,40 B	1 diviziune
0,50	CC — 0,50 R	1 diviziune	CC — 0,50 G	1 diviziune	CC — 0,50 B	1 diviziune

FILTRELE UV ŞI SKYLIGHT

Aceste filtre nu au fost cuprinse în clasificarea anterioară. Deşi acţionează diferit, acestea au un efect oarecum asemănător: eliminarea dominantei albastre care apare în anumite circumstanţe în imaginea color a diapozitivelor realizate în exterior. Uneori chiar se face o confuzie între aceste filtre astfel că pentru evitarea oricăror erori de interpretare trebuie reţinute de la bun început următoarele:

— un filtru UV (mai corect anti UV) reţine exclusiv radiaţiile ultraviolete şi este absolut incolor;

— filtrul skylight (pentru lumina cerului) reţine în afara radiaţiilor UV şi o mică parte din cele albastre şi prezintă o culoare roz deschis.

Reţinerea prin filtrare a radiaţiilor UV este necesară din două motive:

— difuzia lor puternică de către moleculele de aer provoacă mai ales pentru peisajele depărtate o pierdere de claritate în imaginea formată pe film precum şi o dominantă albăstruie;

— prezenţa lor în exces în lumina de zi cu soare şi cer senin în anumite cazuri (malul mării, peisaj de iarnă cu zăpadă, peisaj montan la înăţimi de peste 1 000 m), provoacă apariţia în imaginea color a filmului a unei dominante albastre, pe care ochiul nu o sesizează în peisaj dar prin care filmul îşi manifestă excesul său de sensibilitate la radiaţiile UV.

Filtrul UV nu necesită o prelungire a timpului de expunere şi mulţi fotografi îl menţin în permanenţă pe obiectiv şi pentru protecţia acestuia. Prezenţa filtrului UV este inutilă în cazul fotografierii în interior cu surse de lumină incandescente sau în exterior cînd, din diferite motive, se utilizează alte filtre colorate. Este cazul de exemplu al filtrelor de corecţie Wratten 81 sau al celor de conversie 85 care în zona lor de absorbţie cuprind şi ultravioletul.

Pe de altă parte, dominanta albastră se poate datora excesului de radiaţie albastră în iluminarea subiectelor aflate în umbră deschisă, iluminarea fiind făcută doar de cerul albastru*. De această dată este necesară prezenţa filtrului pentru lumina cerului. Un astfel de filtru se găseşte în sortimentul Kodak sub denumirea de Wratten 1A, iar în cel produs de firma Hoya ca filtru skylight 1B. Ca şi filtrul UV filtrul acesta nu necesită prelungirea timpului de expunere.

5. MĂSURAREA TEMPERATURII DE CULOARE

În cele mai multe cazuri, temperatura de culoare a surselor de lumină artificială sau naturală, uzual folosite în fotografie, se poate afla din literatura de specialitate (v.cap.III. 1.5.).

Alegerea filtrajului potrivit pentru echilibrarea cromatică a unei anume perechi sursă/film nu ridică astfel, de obicei, nici un fel de probleme.

SITUAŢII ÎN CARE ESTE NECESARĂ MĂSURAREA TEMPERATURII DE CULOARE

Pentru lucrările executate de fotografii sau cineaştii profesionişti, unde se cere o precizie ridicată, se impune în anumite situaţii, măsurarea de către autorul viitoarelor imagini, a temperaturii de culoare a luminii existente la locul şi în momentul captării imaginii.

* În anumite situaţii, cînd temperatura de culoare a luminii sub care se află subiectul este prea mare, se apelează la filtre de corecţie nr. 81.

Astfel, pentru realizarea unor secvențe unitare de film în care acțiunea se desfășoară în exterior, în lumină naturală, filmările pot avea loc în momente diferite ale zilei și, de multe ori în zile diferite. Variațiile de culoare pe care le prezintă lumina de zi, datorită poziției relative a soarelui față de verticala locului de captare a imaginii, sau provocate de variații ale condițiilor meteorologice, vor trebui determinate cu precizie și anihilate printr-o filtrare adecvată, în vederea asigurării omogenității cromatice a secvenței respective. Situația este similară pentru cazul prezentării diaporamelor, cînd diapozitivele se prezintă prin înlănțuire, într-o succesiune rapidă, care îl face pe spectator foarte sensibil la diferențele de natură cromatică dintre imaginile vecine.
La filmările în lumină artificială, instrumentul de măsură devine necesar în următoarele situații:

— sursele sînt complet necunoscute;
— sursele sînt cunoscute, dar starea lor de uzură pune sub semnul întrebării menținerea proprietăților lor spectrale nominale;
— tensiunea de alimentare prezintă abateri de la valoarea standard (de obicei în jos), avînd drept efect modificarea temperaturii de culoare a luminii emise de sursă (de exemplu o scădere a tensiunii cu 10 V provoacă o scădere a temperaturii de culoare cu 100 K);
— se utilizează lumina fluorescentă.*

APARATE DE MĂSURĂ A TEMPERATURII DE CULOARE

Asemenea aparate, numite *colorimetre*, funcționează pe principiul determinării proporțiilor existente, în lumina măsurată, a radiațiilor aparținînd zonelor semnificative ale spectrului: roșie, verde și respectiv albastră. Prin analiza acestor date, instrumentul determină și furnizează valorile caracteristicilor surselor sau ale filtrelor necesare.

Un exemplu de aparat modern de acest tip îl reprezintă colorimetrul produs de firma japoneză Minolta (v. planșa 16). Acesta este dotat cu trei fotocelule cu siliciu de înaltă sensibilitate care efectuează simultan măsurarea prin filtre corespunzătoare, a proporțiilor de radiații roșii, verzi și albastre din lumina sursei măsurate.

Informațiile furnizate de fotocelule sînt analizate de către microprocesorul cu care este dotat instrumentul, iar rezultatele măsurătorilor sînt afișate pe un ecran.

Pe partea din spate a aparatului se află tabele care permit determinarea filtrelor de corecție sau compensare ce trebuie utilizate (v. tab. 13 și 14) în funcție de valorile afișate.

EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR

Instrumentul permite efectuarea a trei tipuri de măsurători (v. planșa 16):

— determinarea temperaturii de culoare a luminii;
— determinarea filtrelor de corecție și de conversie necesare;
— determinarea filtrelor de compensare necesare.

Determinarea temperaturii de culoare

— se orientează receptorul de lumină către sursă;
— se acționează tasta K (4);

* Colorimetrele moderne dau indicații și pentru compensarea surselor de tip fluorescent.

— se apasă tasta de măsurare (2).
Valoarea temperaturii de culoare apare pe ecran (3) în Kelvin.

Determinarea filtrelor corectoare de lumină

— se poziționează rigleta 7 (invizibilă în figură) pe valoarea tipului de film folosit (exprimată în Kelvin: 3 200, 3 400 sau 5 500);
— se acționează tasta FILM (8);
— pe ecran apare valoarea respectivă în Kelvin (3 200, 3 400 sau 5 500 K);
— în cazul în care filmul aflat în lucru este echilibrat pentru o altă valoare a temperaturii de culoare, se acționează tastele 9 sau 10 pînă cînd valoarea afișată pe ecran corespunde tipului de film;
— se acționează tasta 6, LB (light — balance);
— se orientează receptorul de lumină către sursă și se acționează tasta de măsură (2);
— pe ecran apare intervalul în mired cu care trebuie corectată lumina prin filtrare. O valoare pozitivă corespunde necesității de a „încălzi" lumina cu ajutorul filtrelor coborîtoare de temperatură de culoare (corecție — 81, sau conversie — 85). O valoare negativă necesită „răcirea" luminii cu ajutorul filtrelor care ridică temperatura de culoare (82 și 80)*.

Tabelul 13, care reproduce pe cel aflat pe aparat, permite alegerea filtrului potrivit, în funcție de valoarea mired afișată.

Tabelul 13

Filtrele corectoare necesare în funcție de intervalul mired ce trebuie corectat

Mired	Filtru	Corecție (în diafragme)	Mired	Filtru	Corecție (în diafragme)
9	81	1/3	— 10	82	1/3
+18	81 A	1/3	— 21	82 A	1/3
+27	81 B	1/3	— 32	82 B	2/3
+35	81 C	1/3	— 45	82 C	2/3
+42	81 D	2/3	— 56	80 B	1/3
+52	81 EF	2/3	— 81	80 C	1
+81	85 C	1/3	— 112	80 A	1 2/3
+112	85	2/3	—	—	—

Desigur că sînt situații în care apar pe ecran valori mired necuprinse în tabel. În astfel de cazuri, fie se alege valoarea din tabel cea mai apropiată, fie se folosesc combinații de filtre. De exemplu valoarea afișată este + 62. Se poate folosi filtrul 81 EF corespunzător valorii + 52, cea mai apropiată, dar soluția optimă este combinarea filtrelor 81 B și 81 C a căror acțiune combinată produce o creștere de 27 + 35 = 62 mired, exact cît este necesar.

* Ridicarea temperaturii de culoare în K corespunde unor valori negative în mired, întrucît între aceste două unități de măsură există un raport de inversă proporționalitate:

$$\text{mired} = \frac{1\ 000\ 000}{K}$$

Determinarea filtrelor compensatoare de lumină

Măsurarea de acest fel este necesară mai ales în cazul surselor fluorescente, cu spectru discontinuu și linii spectrale puternice.

Instrumentul permite determinarea filtrelor de compensare măsurînd proporție de radiații roșii și verzi din lumina respectivă.

Măsurarea se efectuează astfel:

— se programează instrumentul conform tipului de film folosit;

— se acționează tasta CC (5);

— se orientează instrumentul către sursă și se apasă pe tasta de măsurare (2);

— pe ecran apar valorile indecelui de compensare.

Tabelul 14, care îl reproduce pe cel aflat pe aparat, permite determinarea filtrului de compensare necesar.

Determinarea filtrelor de compensare este necesară, după cum se va arăta mai departe, în cazul fotografierii în lumină fluorescentă ca și a imaginii de televiziune care în fond este tot o sursă luminiscentă avînd spectru complex cu aspect discontinuu.

Tabelul 14

Filtrele compensatoare de lumină necesare în funcție de indicele de compensare indicat de termocolorimetru

Indice CC +	Filtru de compensare purpuriu	Corecție (în diafragme)	Indice CC —	Filtru de compensare verde	Corecție (în diafragme)
+2	5 M	1/3	— 2	5 G	1/3
+4	10 M	1/3	— 4	10 G	1/3
+8	20 M	1/3	— 7	20 G	1/3
+13	30 M	2/3	— 10	30 G	2/3
+18	40 M	2/3	— 13	40 G	2/3

6. PRACTICA FILTRĂRII ÎN FOTOGRAFIA COLOR

Cunoașterea surselor dominantelor și a proprietăților filtrelor crează condițiile pentru alegerea filtrării potrivite pentru fiecare situație particulară întîlnită în practică, după cum va reieși din exemplele care sînt date în continuare.

FOTOGRAFIA ÎN LUMINĂ NATURALĂ

Filmele tip „lumină de zi" furnizează imagini echilibrate cromatic fără filtru, în exterior, în orice sezon, pe timp însorit cu cer senin, cu condiția ca fotografierea să *nu* se facă imediat după răsăritul sau în preajma apusului soarelui.

Fotografierea fără filtru, în aceste faze limită ale evoluției soarelui pe bolta cerească, are drept rezultat imagini cu dominantă galben-portocalie sau chiar roșie.

Dacă se dorește redarea cît mai fidelă a atmosferei în aceste momente ale zilei, imaginea se captează ca atare, fără filtru. Dacă, dimpotrivă, se dorește

o imagine neutră, fără dominante, trebuie folosit un filtru de tip Wratten 82 A.

În zonele cu mari suprafețe de zăpadă sau apă, sau situate la înălțimi de peste 1 000 m, lumina conține o cantitate crescută de radiații UV pe care filmul le „sesizează", diapozitivele prezentînd, după developare, o dominantă albastră vizibilă mai ales în porțiunile îndepărtate ale cadrului. Utilizarea filtrului anti-UV este, în aceste situații, indispensabilă. El însă nu este capabil să elimine dominanta albastră produsă de alte cauze.

Astfel, pentru ca subiectele aflate în umbră deschisă să apară, în imaginea color a diapozitivului, neutre, fără dominantă albastră, trebuie folosit filtrul pentru lumina cerului (skylight) sau un filtru din seria Wratten 81, (planșa 17-1).

Cînd cerul este senin dar soarele este acoperit de nori, temperatura de culoare a luminii poate atinge 8 000 — 10 000 K și pentru echilibrarea imaginii trebuie utilizat un filtru 81 A.

Filmele tip „lumină de incandescență", utilizate în lumină naturală, produc imagini cu o dominantă albastră puternică. Imaginile corecte se obțin cu ajutorul filtrelor de conversie Wratten *85*, (planșa 17-3), în cazul filmelor echilibrate pentru 3 400 K și Wratten *85 B* pentru filmele destinate luminii de 3 200 K.

Adăugarea filtrelor UV sau skylight pentru cazurile menționate mai sus este *inutilă*, deoarece filtrele din seria 85 efectuînd conversia luminii, absorb și radiațiile indezirabile cu lungime de undă mică, generatoare de dominante albastre.

În schimb, pe timp cu soare acoperit dar cu cer senin este necesară prezența unor filtre de conversie mai puternice (CTO 16 sau R 15), capabile să coboare temperatura de culoare înaltă (8 000 — 10 000 K) la valori de ordinul 3 200 — 3 400 K.

Pe de altă parte, la valori mai mici ale temperaturii de culoare corespunzătoare răsăritului sau apusului soarelui este necesară doar o corecție cu filtrul *81 EF*.

FOTOGRAFIA ÎN LUMINĂ ARTIFICIALĂ (LĂMPI CU INCANDESCENȚĂ)*

Filmele tip „lumină de zi" produc în lumină artificială cu incandescență imagini cu dominantă galben-portocalie. Filtrul Wratten 80 A elimină dominanta respectivă în cazul, de exemplu, al unui film echilibrat pentru 5 500 K și al unei surse de 3 200 K, (planșa 17-2). O astfel de situație trebuie, pe cît posibil, evitată, deoarece filtrele de conversie din seria 80, albastre, absorb multă lumină, ceea ce corespunde unei pierderi echivalente de sensibilitate a filmului de circa 6° DIN.

În schimb, în cazul lămpilor fulger electronice, cu astfel de filme, nu este nevoie de filtre, cu excepția cazului unor lămpi a căror lumină are tendința de a produce o ușoară dominantă albastră, situație în care se apelează la filtrele de corecție din seria *81*.

Filmele tip „lumină de incandescență" se folosesc fără filtre ori de cîte ori sursele de lumină corespund echilibrării lor, nu sînt uzate printr-o îndelungată folosință și sînt alimentate electric corect.

În caz contrar, trebuie procedat la măsurarea temperaturii de culoare a sursei și folosite filtrele necesare, de obicei din seria *82*, deoarece lămpile

* Iluminatul artificial fluorescent se tratează în paragraful VI.6.4.

foto sau de studio vechi, subalimentate, sau cele pentru iluminatul casnic, au o temperatură de culoare mai scăzută decît valorile standard pentru filme (3 200 — 3 400 K).

Cînd nu există posibilitatea măsurării temperaturii de culoare, se impune utilizarea unor surse cunoscute, noi, bine alimentate. În ceea ce privește iluminatul casnic, acesta are de obicei temperatura de culoare de circa 2 800 K și pentru un film de 3 200 K un filtru Wratten *82 C* asigură o reproducere corectă a culorilor.

Folosirea lămpilor fulger electronice cere, la fel ca și lumina naturală, conversia cu filtre Wratten *85* sau *85 B*.

FOTOGRAFIA ÎN LUMINĂ MIXTĂ

Lumina mixtă este produsă de iluminarea simultană a unei scene cu surse avînd caracteristici spectrale diferite ca de exemplu:

— lumină naturală și lumină artificială incandescentă;

— lumină incandescentă provenită de la surse cu temperaturi de culoare diferite;

— lumină naturală și lumină artificială fluorescentă;

— lumină artificială incandescentă și lumină artificială fluorescentă;

— lumină naturală, incandescentă și fluorescentă.

Din toate aceste variante se va lua în discuție un exemplu ale cărui principii de rezolvare sînt, în mare, valabile și pentru celelalte situații (planșa 18).

Este cazul, de exemplu, al fotografierii unei persoane aflate într-o încăpere, iluminată atît de lumina care pătrunde din exterior, prin fereastră, cît și de către o sursă cu incandescență standard (3 200 K).

Într-o astfel de situație nu există nici o combinație film/filtru pe aparat, susceptibilă să convină utilizării simultane a celor două tipuri de iluminare. Astfel, dacă s-ar alege un film „lumină de zi", doar părțile subiectului iluminate direct, prin fereastră, vor fi redate corect, celelalte prezentînd o dominantă galben-portocalie. Dacă se va monta pe aparat un filtru albastru dominanta va fi eliminată pentru porțiunile iluminate de sursa artificială, dar vor apărea nuanțe albastre în zonele iluminate de fereastră (planșa 18 A).

În cazul unui film „lumină de incandescență", lucrurile se petrec invers: filmul va reda corect, în absența vreunei filtrări, zona iluminată artificial, și în albastru zona ferestrei. Filtrul de conversie din seria 85 — portocalie — rezolvă fereastra dar produce o dominantă de aceeași culoare în zona de acțiune a luminii artificiale de incandescență.

Astfel de situații trebuie evitate, dar, în caz de forță majoră, dacă nu se dispune de alte mijloace, singura soluție este privilegierea luminii mai puternice, tolerîndu-se ca părțile mai puțin luminate să prezinte o oarecare distorsiune a culorilor. De exemplu, dacă lumina cea mai puternică este cea artificială, se lucrează cu film corespunzător, fără filtru.

Cînd se dispune de mijloace suplimentare, apar diverse soluții.

Cînd este posibilă, de exemplu, înlocuirea sursei cu incandescență cu o lampă fulger electronică, practic nu mai este vorba de lumină mixtă ci doar de lumină tip „de zi". Se lucrează cu filmul corespunzător, fără filtru sau cu film „lumină artificială" și filtru din seria de conversie 85.

Rămînînd în situațiile cu lumină mixtă, soluțiile aplicate de către fotografii și cineaștii profesioniști se bazează pe filtrarea surselor cu filtre de mari dimensiuni. Se folosesc de obicei două variante:

— se acoperă ferestrele cu filtre de conversie (planşa 18 B) Wratten 85 sau 85 B şi se lucrează în condiţii de lumină artificială (3 200 sau 3 400 K);

— se filtrează sursa de lumină incandescentă (planşa 18 C) cu folii de filtru Wratten 80 şi se lucrează în condiţii de lumină de zi (circa 5 500 K).

În sfîrşit, o ultimă soluţie aplicabilă cînd nu se dispune de folii de filtru mari, pentru surse, dar cînd este vorba de subiecte statice, constă în efectuarea a două expuneri, una pentru o sursă şi una pentru cealaltă. Un exemplu: se dispune de un film tip „lumină artificială", sursele de lumină fiind fereastra şi o lampă de studio. Se efectuează o primă fotografie (desigur aparatul în acest caz se află fixat pe trepied) cu sursa de lumină de incandescenţă stinsă, cu filtru Wratten 85 B pe aparat. Se acoperă fereastra, se aprinde lampa, se scoate filtrul şi se efectuează a doua fotografie. Este evident că această soluţie se poate aplica numai la aparatele care permit efectuarea unor expuneri multiple pe aceeaşi fotogramă de film.

FOTOGRAFIA ÎN LUMINĂ FLUORESCENTĂ

Scenele iluminate cu lumină fluorescentă apar naturale şi plăcute ochiului, în schimb fotografiile color, ale aceloraşi scene, prezintă în majoritatea cazurilor dominante galben-verzi, azurii, albastre, aceasta depinzînd de tipul de lampă fluorescentă şi de filmul color folosit.

Aceasta se întîmplă datorită faptului că relaţia dintre culoarea aparentă a luminii, distribuţia energiei spectrale în spectrul acesteia şi efectul fotografic, este foarte complexă.

Totul porneşte de la spectrul emis de lămpile fluorescente, care este de natură complexă. Este de fapt o combinaţie a două spectre, (planşa 8, *B*):

— unul *continuu*, emis de amestecul de substanţe fluorescente depuse pe pereţii lămpii şi

— unul *discontinuu*, spectru „de linii", produs de radiaţiile vaporilor de mercur în domeniul vizibil, care străbat luminoforul.

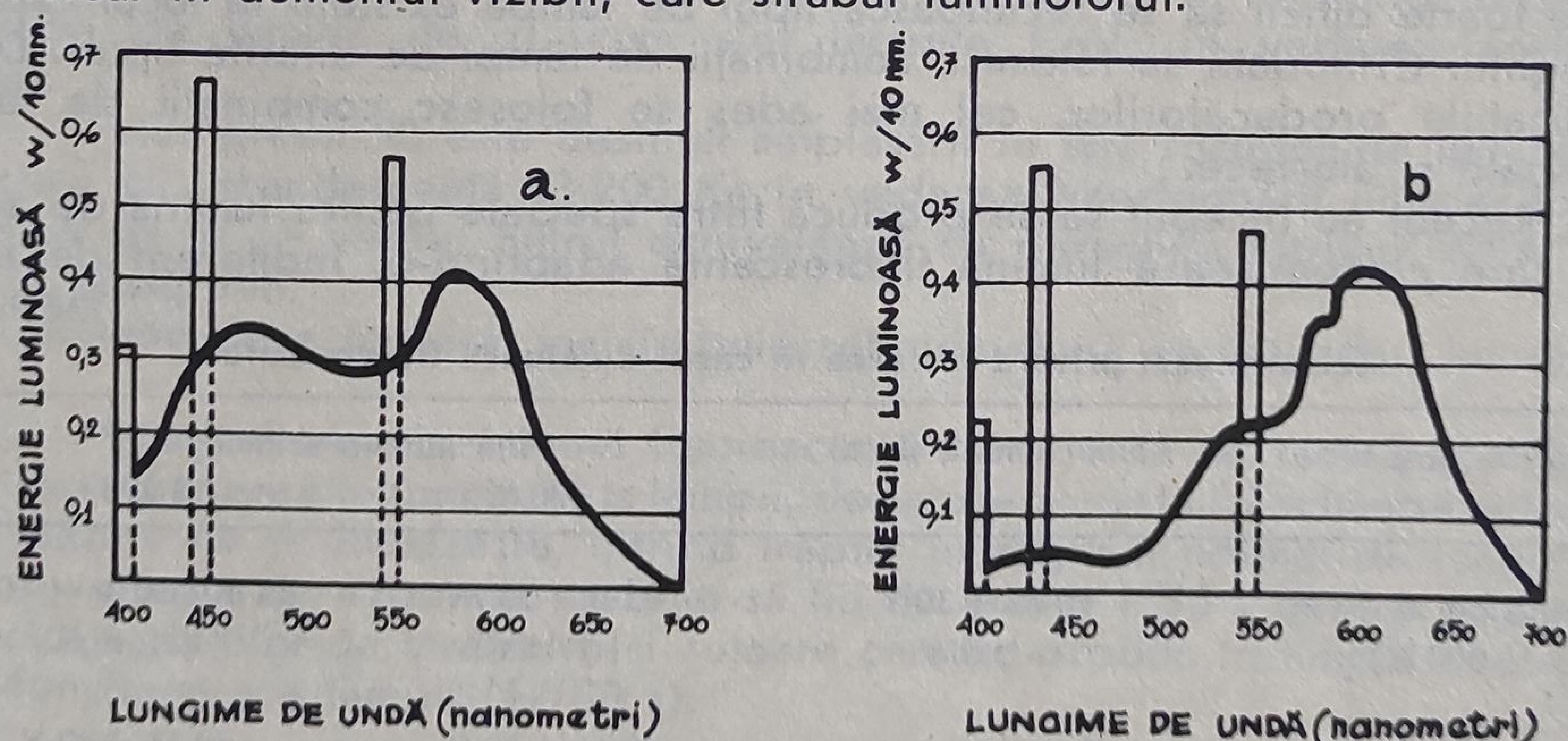


Fig. 11. Curbele de emisie ale lămpilor fluorescente:
A — tip „lumină de zi"; B — tip „alb-cald".

În acest amestec, ochiul nu sesizează componentele, deşi liniile spectrale (fig. 11) au o energie superioară radiaţiilor din spectrul continuu. Filmul, în

schimb, sesizează excesul de radiații bogate în energie din zonele respective (albastră și verde ale spectrului vizibil) și le reproduce pe film sub formă de dominante corespunzătoare.

Fotografia color în lumină fluorescentă trebuie deci, în principiu evitată, dar acest lucru nu este totdeauna posibil.

Utilizarea pe scară din ce în ce mai largă a iluminatului fluorescent al spațiilor industriale, administrative, publice și chiar casnice, este o realitate de care trebuie să se țină seama: sînt dese cazurile cînd trebuie fotografiate subiecte iluminate total sau parțial cu surse fluorescente.

Pentru ameliorarea situației prin reducerea pe cît posibil a dominantelor produse de astfel de surse, se apelează la filtre din categoria celor de compensare.

S-a folosit termenul de ameliorare pentru că nici un filtru nu poate adăuga radiațiile care lipsesc unui spectru discontinuu, cum este cel emis de vaporii de mercur la presiune joasă din tuburile fluorescente și care au o pondere energetică ridicată în spectrul total emis. Un filtru poate, dimpotrivă, doar să „reteze" anumite vîrfuri ale curbei totale de emisie, realizînd o anumită „aplatizare" a acesteia.

La ora actuală se produc trei tipuri principale de lămpi fluorescente: *alb-cald, alb-rece* și *„lumină de zi"*. Prin extinderea noțiunii de temperatură de culoare, și lămpilor fluorescente li se atribuie valori ale acestei mărimi, în Kelvin, pentru caracterizarea aparenței luminii pe care o emit. Valorile temperaturii de culoare nu au valabilitate pentru folosința fotografică a iluminatului fluorescent, ele neavînd decît un caracter orientativ.

În literatura de specialitate se recomandă diferite combinații de filtre de compensare pentru diferite perechi lampă/film.

Toate aceste informații trebuie luate în considerație cu prudență doar ca bază de încercări în vederea determinării prin probe a filtrului sau filtrelor optime pentru cazul dat. În tabelul 15 sînt reproduse cîteva dintre aceste recomandări. Probe prealabile sînt însă recomandabile în majoritatea cazurilor deoarece, de exemplu, cel mai adesea fotograful nu are posibilitatea să identifice tipul de lampă fluorescentă. De exemplu, în incintele unor expoziții, magazine, săli cu activități publice, sursele sînt ecranate sau mascate și este foarte dificil să se recunoască tipul de lampă existent la locul captării imaginii. Cîteodată se folosesc combinații de lămpi de diferite tipuri. După indicațiile producătorilor, cel mai ades se folosesc combinații de lămpi alb-cald și alb-rece.

Recent au început să se producă filtre speciale pentru lumină de acest tip care compensează lumina fluorescentă adaptînd-o, indiferent de tipul

Tabelul 15

Recomandări privind filtrarea în cazul iluminării fluorescente

Tipul de lampă	Film lumină de zi	Film lumină artificială 3 400 K	Film lumină artificială 3 200 K
Lumină de zi (circa 6 000 K)	40 M +30 Y +1 diaf.	85 B +30 M +1 diaf.	85 B +30 M +10 Y +1 diaf.
Alb-rece (circa 4 000 K)	30 C +20 M +1 diaf.	40 M +30 Y +1 diaf.	40 M +40 Y +1 diaf.
Alb-cald (circa 3 000 K)	40 C +40 M +1 1/3 diaf.	30 M +10 Y +1 diaf.	30 M +20 Y +1 diaf.

de lampă, fie pentru filme tip lumină de zi (filtre *Fl — D*) fie pentru filmele tip lumină de incandescență (filtre *Fl — B*).

Planșa 19 ilustrează compensarea introdusă de un filtru Fl D (B) față de aceeași fotografie executată în lumină fluorescentă fără filtru (A), folosindu-se film tip „lumină de zi".

O complicație suplimentară o prezintă situațiile în care subiectul este iluminat simultan de surse fluorescente, incandescente și naturale (de exemplu lumina provenită de la ferestre).

În aceste cazuri se procedează astfel: pe sursele incandescente fotografice se amplasează așa numitele filtre + verde, care le aliniază la lumina fluorescentă iar pe obiectiv se amplasează filtrele Fl D, Fl B (în funcție de tipul de film) sau combinații de filtre de compensare, conversie etc. Tabelul 16 cuprinde cîteva exemple de filtre pentru astfel de iluminări mixte.

Tabelul 16

Recomandări privind filtrarea în cazul iluminării mixte care cuprinde și surse fluorescente

Tipul de film	Tipul de lampă fluorescentă	Filtru pe obiectivul aparatului	Filtre recomandate pentru alte surse: Fereastră	Lămpi cu halogen	Lampă HMI
B (3 200 K)	Alb-cald (3 200 K)	Fl B (+ 1 diafragmă)	85 B + Windowgreen	Plus green	85 B + Plus green
B (3 200 K)	Lumină de zi (6 000 K)	Fl B + 85 B (+ 1 diafragmă)	Windowgreen	Plus green 50	Plus green
D (5 500 K)	Lumină de zi (6 000 K)	Fl D (+ 1 diafragmă)	Windowgreen	Plus green 50	Plus green

Filtrele + verde se produc în următoarele variante:

— window green (verde pentru fereastră) care transformă lumina de zi într-un echivalent al luminii emisă de o lampă fluorescentă „daylight" (lumină de zi);

— plus green (+ verde) este destinat amplasării în fața unor surse artificiale de lumină de zi, cum sînt lămpile HMI, în vederea aceluiași scop;

— plus green 50 este destinat amplasării în fața surselor de lumină artificială cu incandescență (3 200 K) în vederea transformării emisiei lor în lumină de zi + verde. Filtrul echivalează cu perechea filtrului WRATTEN 80 A/plusgreen.

Înainte de a încheia, mai trebuie reținute două recomandări importante:

— fotografierea în lumină fluorescentă trebuie să se facă la cel puțin 10′ de la punerea în funcțiune a lămpii, deoarece aceasta își schimbă culoarea pe măsură ce se încălzește, intrînd treptat în regimul normal de lucru;

— timpul de expunere trebuie să fie de minim 1/50 s pentru a se evita efectul variațiilor de strălucire și culoare care se produc în timpul unui ciclu de funcționare a lămpii (1/100 s).

FOTOGRAFIA CU VALORI EXTREME PENTRU TIMPII DE EXPUNERE

S-a arătat că practicarea unor timpi de expunere foarte scurți sau foarte lungi provoacă o pierdere de sensibilitate a filmului și apariția unor dominante.

(efectul Schwarschild). Efectul se face resimțit mai ales la timpi lungi de expunere (peste o secundă), necesitînd atît filtrare cît și creșterea expunerii (de obicei deschiderea diafragmei) corespunzătoare pierderii de sensibilitate și compensării absorbției prin filtru.

Timpii de expunere foarte scurți încep să-și manifeste efectul, de altfel moderat, doar la valori mai mici de 1/1 000 s, ceea ce corespunde mai mult domeniului fotografiei științifice și ca atare sînt arareori folosiți de către fotografii amatori și profesioniști.

Timpii lungi de expunere sînt, dimpotrivă, folosiți frecvent în fotografia artistică și tehnică și, din acest motiv, cele de mai jos se referă numai la compensarea efectului Schwarschild manifestat la timpi lungi de expunere.

Acest efect este propriu tuturor suprafețelor fotosensibile alb-negru și color și variază nu numai de la un tip de film la altul, dar uneori chiar pentru același tip de film, în funcție de șarja de fabricație. Din acest motiv compensările recomandate de diferiți producători nu au decît o valoare orientativă. Ele constituie doar un punct de pornire, iar cei care lucrează în condiții particulare care cer timpi lungi de expunere trebuie să procedeze la încercări preliminare de filtrare și expunere.

De menționat că aceste corecții nu trebuie să se aplice neapărat filmelor negative color deoarece, pe de o parte, pierderea de sensibilitate poate fi preluată de latitudinea de expunere mare a negativelor, iar pe de altă parte, corecțiile cromatice se vor putea face în faza de copiere pe pozitiv.

Pentru lucrările de precizie cerute profesioniștilor, unii producători oferă filme avînd din fabricație proprietăți compensatoare ale efectului Schwarschild: filme de tip L pentru expuneri îndelungate și de tip S pentru expuneri scurte. De exemplu, filmul Agfachrome Profesional nu necesită nici o filtrare ci doar prelungirea timpului de expunere într-un anumit raport față de cel indicat de exponometru (fig. 12).

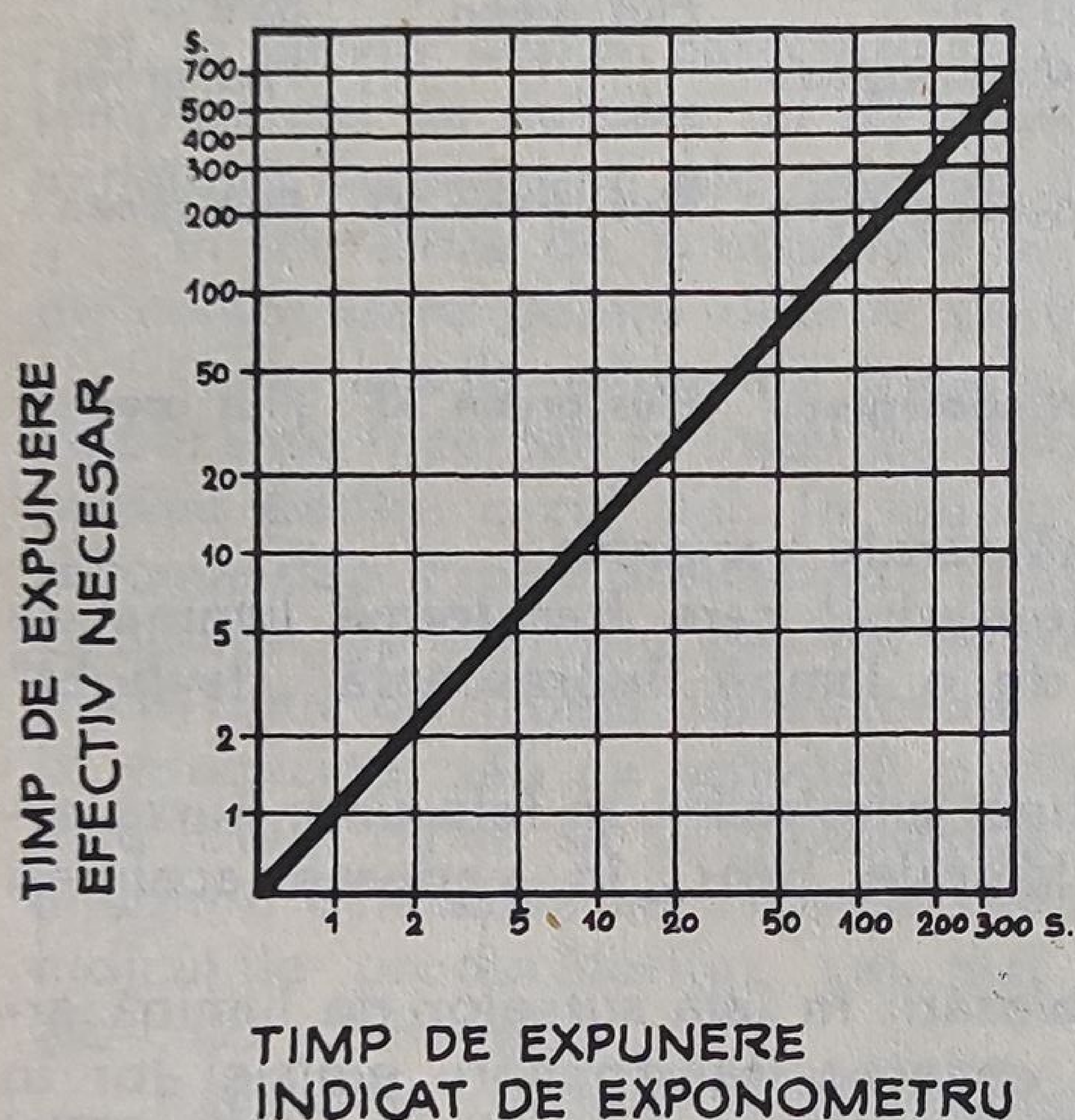


Fig. 12. Grafic care permite determinarea timpului de expunere realmente necesar (valorile de pe ordonată) în funcție de cel indicat de exponometru (valorile de pe abscisă) pentru filmul Agfachrome Professional 50 L.

Marile firme producătoare de materiale fotosensibile publică recomandări de compensare prin filtrare și corecție de diafragmă pentru unele dintre filmele proprii (tabelul 17).

Din examinarea valorilor cuprinse în tabelul 17, se observă următoarele:

— filtrele de compensare necesare au în general, valori mici ale absorbției;

— corecțiile de diafragmă sînt, în schimb importante;

— dominantele ce pot apărea au o mare diversitate; aceasta se deduce din varietatea de culori a filtrelor recomandate: purpuriu (pentru dominanta verde), azuriu (pentru dominanta roșie), albastru (pentru dominanta galbenă) etc.

Tabelul 17

Recomandări privind filtrarea şi modificarea expunerii pentru compensarea efectului Schwaschild

Tipul de film reversibil	Timp de expunere (secunde) 1	10	100
Agfacolor CT 18 şi CT 21 (lumină de zi)	CC 05 M —	CC 10 M +1 diaf.	CC 20 M +1 1/2 diaf.
Fujichrome 100 (lumină de zi)	— +2/3 diaf.	CC 05 C +1 diaf.	— —
Kodachrome 25 (lumină de zi)	CC 10 M +1 diaf.	CC 10 M +1/2 diaf.	CC 10 M +2 1/2 diaf.
Ektachrome 64 (lumină de zi)	CC 15 B +1 diaf.	CC 20 B +1 1/2 diaf.	— —
Ektachrome 160 (lumină artificială)	CC 10 R +1/2 diaf.	CC 15 R +1 diaf.	— —
Ektachrome 400 (lumină de zi)	— +1/2 diaf.	CC 10 C +1 1/2 diaf.	CC 10 C +2 2/3 diaf.

COMPENSAREA DOMINANTELOR PROVOCATE DE ALŢI FACTORI

Dominantele datorate filmului sau developării sale trebuie în primul rînd prevenite, după cum s-a mai arătat, prin întrebuinţarea unor materiale cît mai recent fabricate şi păstrate în condiţii corespunzătoare ca şi prin respectarea cu stricteţe a parametrilor de prelucrare, chimici şi fizici.

Diferenţele între diferitele loturi de fabricaţie se determină prin testări prealabile astfel încît la fotografierile propriu-zise să se poată alege cu precizie filtrele de compensare complementare dominantelor care se manifestă. În acelaşi mod sînt eliminate şi dominantele obiectivelor ale căror componente prezintă o uşoară coloraţie.

Dacă totuşi, cu toate măsurile luate, imaginile color ale diapozitivelor prezintă anumite dominante, o ultimă soluţie, care poate ameliora într-o oarecare măsură situaţia, este aceea de a introduce în caseta diapozitivului, împreună cu acesta, un filtru de compensare potrivit. Dacă un întreg lot de diapozitive sau un film reversibil prezintă aceeaşi dominantă filtrul de compensare se poate adapta aparatului de proiecţie. Pentru astfel de scopuri, firma ORWO produce filtre „anti dominantă" (antifarbstich):

antigalben (de culoare albastră);
antiazuriu (de culoare roşie);
antipurpuriu (de culoare verde);
antialbastru (de culoare galbenă);
antiverde (de culoare purpurie);
antiroşu (de culoare azurie).

Fiecare filtru de o anumită culoare este disponibil în trei densităţi: deschis, mediu şi intens, permiţînd o compensare mai moderată sau mai intensă

în funcție de importanța dominantei prezente. Evident, o astfel de soluție are șanse de reușită doar la diapozitivele cu expuneri corecte sau cu ușoară supraexpunere. Cele subexpuse vor deveni și mai puțin transparente după adăugarea filtrului și deci de nefolosit.

DOMINANTE „UTILE"

Deși pare paradoxal, mai ales acum, după ce în paragrafele precedente s-a vorbit aproape exclusiv despre mijloacele de luptă împotriva dominantelor, se poate vorbi și despre utilitatea acestora.

Aceasta se justifică în primul rînd prin caracterul subiectiv al perceperii culorilor, care diferă de la individ la individ, în funcție de fiziologia organului său vizual, de cultura, gustul său pentru frumos, de modă, de mediul ambiant în care se află. Ca atare, sînt numeroase cazurile în care unii pretind, de la o imagine fotografică, o imagine înfrumusețată și îmbogățită a subiectului, cu prețul unei ușoare alterări a redării culorilor, manifestată prin prezența unor dominante, decît la o reproducere fidelă a culorilor. De altfel, în stadiul actual de dezvoltare a tehnicii, orice procedeu de reproducere a culorilor, inclusiv cel fotografic, nu este capabil să reproducă cu o fidelitate constantă și absolută gama infinit de variată a culorilor subtile și delicate ale naturii.

În al doilea rînd, în ultimii ani, numeroși fotografi și cineaști, amatori și profesioniști, la fel ca și pictorii, caută să accentueze în mod suplimentar „alterarea" culorilor, caută să lărgească paleta de culori, prea săracă, după opinia lor, pe care le-o furnizează utilizarea „normală" a filmului, apelînd la savante combinații de filtre (v. cap. X).

Astfel, dominantele nu sînt în toate cazurile inutile sau supărătoare. Uneori, sub o formă moderată, ele creează o impresie plăcută privitorului, chiar dacă deformează oarecum reproducerea culorilor. Alteori, sub o formă mai intensă, creează efecte artistice dintre cele mai variate.

VIII

Filtre cu acțiune mixtă

În acest capitol au fost grupate filtrele cu aplicații atît în fotografia a/n cît și în cea color.

Acestea au un caracter neselectiv, absorbind în proporții egale, în măsură mai mare sau mai mică, în funcție de densitatea lor, toate radiațiile care compun spectrul vizibil. Este vorba de filtrele de *densitate neutră* și de filtrele de *polarizare*.

1. FILTRE DE DENSITATE NEUTRĂ

Filtrele de densitate neutră (filtre ND, neutre, gri sau cenușii) se caracterizează prin faptul că pot reduce intensitatea energiei luminoase transmise, fără a afecta distribuția spectrală a acestei energii.

Filtrele de densitate neutră au deci un caracter neselectiv, întrucît absorb în proporții egale radiațiile diferit colorate care alcătuiesc zona vizibilă a spectrului.

Această neutralitate spectrală face ca ele să apară cenușii, cînd sînt examinate în lumină albă. Din acest motiv, în limbajul obișnuit sînt denumite și filtre gri, termen care va fi utilizat în continuare și în textul de față. Codul de identificare al acestora este de obicei ND (Neutral Density), însoțit de un număr care le precizează densitatea. Astfel, codul ND 0,30, reprezintă un filtru gri cu densitatea de 0,30.

Lipsa de selectivitate a filtrelor gri are două consecințe importante:

— pot fi folosite atît în cazul filmelor alb-negru cît și a celor color, fără a influența răspunsul spectral al acestora;

— pot fi folosite în combinație cu orice filtru colorat fără a afecta controlul selectiv al luminii asigurat de acesta.

CONFECȚIONAREA FILTRELOR GRI

Există două metode principale de confecționare a filtrelor gri:

— încorporarea în gelatină, materiale plastice sau sticlă a unor particule fin divizate de grafit, coloranți adecvați sau metale (platină, nichel);

— depunerea pe un suport transparent cu calități optice superioare a unor straturi foarte subțiri de săruri metalice*, prin procedeul de evaporare în vid a unor aliaje pe bază de nichel.

* De obicei fluoruri și sulfuri.

Filtrele obținute în primul caz, care acționează printr-o absorbție parțială a luminii incidente, prezintă o neutralitate bună în domeniul vizibil dar nu sînt recomandate pentru zona infraroșie sau ultravioletă a spectrului. Filtrele cu acoperiri cu oxizi metalici (interferențiale) au caracter de oglinzi semitransparente, astfel că fascicolul de lumină în parte este transmis, în parte reflectat. Ele prezintă în domeniul vizibil o neutralitate aproape perfectă care se extinde și în zonele IR și UV ale spectrului. Reflexia puternică a unei părți din lumina incidentă le face însă improprii fotografiei obișnuite. Filtrele interferențiale au în schimb aplicații extrem de variate în fotografia tehnico-științifică.

Filtre gri, cu acțiune neutră asupra luminii, se pot obține și prin expunerea uniformă a unor materiale fotosensibile alb-negru cu suport transparent și developarea acestora. Din păcate, dimensiunile relativ mari ale granulelor de argint metalic format în urma developării produc și o difuzie a razelor de lumină ce traversează filtrul, și folosirea lor pe obiectivul aparatelor de luat vederi duce la obținerea unor imagini lipsite de claritate. Ele pot fi folosite cu succes, amplasate în fața surselor de lumină din studiou sau din aparatele de mărit și copiat filme.

FILTRE GRI DISPONIBILE

În vederea folosirii lor în practică, pentru reducerea intensității luminii în proporții diferite, precise și cunoscute, filtrele se produc într-o gamă largă de densități*, cuprinsă de obicei între $D = 0,1$ și $D = 4,0$. Tabelul 18 cuprinde seria de filtre de densitate neutră Wratten, produse de firma Kodak, cu precizarea valorilor densității, transmisiei, coeficientului filtrului și a echivalentului său în deschideri ale diafragmei.

Tabelul 18

Filtre de densitate neutră produse de firma Kodak

Densitate	Transmisie, %	Factorul filtrului	Se deschide diafragma cu
0,10	80	×1 1/4	1/3 de diviziune
0,20	63	×1 1/2	2/3 de diviziune
0,30	50	×2	1 diviziuni
0,40	40	×2 1/2	1 1/3 de diviziune
0,50	32	×3	1 2/3 de diviziune
0,60	25	×4	2 diviziuni
0,70	20	×5	2 1/3 de diviziune
0,80	16	×6	2 2/3 de diviziune
0,90	13	×8	3 diviziuni
1	10	×10	3 1/3 de diviziune
2	1,0	×100	6 2/3 de diviziune
3	0,10	×1 000	10 diviziuni
4	0,01	×10 000	13 1/3 de diviziune

* Se reamintește că densitatea este logaritmul zecimal al opacității, $D = \log O$; opacitatea este inversul transparenței $O = \frac{1}{T}$, iar transparența este raportul între intensitatea luminii transmise și intensitatea luminii incidente, $T = I/I_0$.

Se pot obține și alte valori de densitate, în afară de cele din tabel, prin combinarea a două filtre de densitate neutră. În acest caz, coeficienții filtrelor se înmulțesc iar densitățile — ceea ce este mai simplu în calcule — se adună. Astfel densitatea de 1,5 se poate obține din filtrele cu densități de 0,7 și 0,8. De reținut că filtrul cu $D = 0,3$, care are un coeficient de transmisie de 50%, necesită o deschidere a diafragmei cu o diviziune. În consecință, se poate determina cu ușurință numărul de diafragme cu care trebuie să se mărească deschiderea diafragmei, cînd se folosește un filtru cu densitatea D, prin împărțirea acestei valori la 0,3. De exemplu, un filtru cu $D = 0,9$ necesită $0,9 : 0,3 = 3$ diafragme.

APLICAȚIILE FILTRELOR GRI

Aplicațiile principale ale filtrelor gri, bazate pe reducerea într-o proporție cunoscută a cantității de lumină ce pătrunde prin obiectivul fotografic, sînt următoarele:

— evitarea supraexpunerii filmului în anumite cazuri extreme;

— utilizarea din anumite motive a unor diafragme sau timpi de expunere diferiți decît cei impuși de condițiile de fotografiere;

— modificarea cu mare precizie a expunerii.

Evitarea supraexpunerii filmului

Sînt situații cînd datorită nivelului ridicat de iluminare și sensibilității mari a filmului, supraexpunerea nu poate fi evitată chiar dacă se lucrează cu diafragma complet închisă și timpul cel mai scurt de expunere pe care îl poate oferi aparatul de fotografiat. Filtrul gri plasat pe obiectiv (sau pe sursă, de exemplu în cazul fotografierii unui obiect de aproape, cu o lampă fulger electronică), coboară nivelul de străluciri ale subiectului în limitele latitudinii de expunere a filmului.

Utilitatea filtrelor gri este, în acest sens, mult mai mare în cinematografie, unde aparatele de filmat nu au ca posibilitate de reducere a expunerii, decît închiderea diafragmei, timpul de expunere fiind fix (de obicei 1/48 sau 1/50 s, la o deschidere a obturatorului de 50%) determinat de cadența normală de filmare (24 sau 25 imagini/s).

Alteori, subiectul are un interval de străluciri atît de mare încît nu „încape" în latitudinea de expunere a filmului astfel încît nu toate elementele cadrului pot fi expuse corect.

În cazul, de exemplu, a unui peisaj cu cer și soare în cadru, se poate apela cu succes, la filtrul gri. Astfel supraexpunerea, reflexele și voalul general pe care le provoacă soarele pot fi considerabil reduse dacă se lipește pe o placă de sticlă optică plasată în zona de neclaritate a obiectivului, în porțiunea de cadru din dreptul soarelui, o „pastilă" de folie de filtru gri, decupată la dimensiuni corespunzătoare.

Și crearea efectului de noapte, la fotografierile din timpul zilei, poate avea la bază filtrul gri, în cazul în care nu se apelează la alte filtre (v. cap. XII). Într-adevăr, în timpul zilei, cerul este prea luminos în raport cu ansamblul peisajului și anulează practic efectul de noapte chiar dacă se practică o subexpunere importantă. În acest caz se impune filtrarea parțială a cadrului și anume doar a porțiunii corespunzătoare cerului. Cînd cerul este despărțit de rest printr-o linie dreaptă, cea a orizontului, un filtru gri degradé, plasat corespunzător, asigură reproducerea cu o densitate închisă, corespunzătoare aspectului cerului din timpul nopții. Dacă însă cerul este mărginit spre restul

cadrului de o linie sinuoasă (contururi de clădiri, arbori etc.) se poate apela, ca şi în cazul existenţei soarelui în cadru, la decuparea unei folii de filtru gri conform liniei de demarcaţie cer-peisaj şi lipirea acesteia pe o placă de sticlă optică plasată în zona de neclaritate a obiectivului.

Este evident că în cinematografie, folosirea parţială a unui filtru gri în cadru, este posibilă numai în cazul unor cadre fixe.

Parametrii de expunere determinaţi de intenţiile fotografului

Pentru mai multă claritate, în cazul de faţă, se va apela la exemple concrete.

Condiţiile de care se dispune sînt, de exemplu, următoarele:

— subiect: exterior, vreme însorită;
— film: Azopan PS — 21 (21° DIN);
— parametrii de expunere ce pot fi asiguraţi de aparatul fotografic: diafragme 2 ... 22; timpi de expunere 1/8 ... 1/500 s;
— parametrii de expunere indicaţi de exponometru

timp de expunere	1/60 s,	1/125 s,	1/250 s,	1/500 s
diafragmă	22	16	11	8

Cazul I: Se doreşte fotografierea unui subiect aflat în deplasare, astfel încît să se obţină o imagine „mişcată" a acestuia, pentru a sugera rapiditatea acestei deplasări. Pentru aceasta, este necesar un timp mai lung de expunere decît 1/60 s, cel mai lung timp impus de condiţiile de lucru. În acest caz se foloseşte un filtru gri cu $D = 0,6$ (coeficient X4) care permite mărirea timpului de patru ori, fără modificarea expunerii: $1/60 \times 4 = 1/15$ s, suficient de lung pentru a se realiza o imagine „mişcată" a subiectului aflat în deplasare.

Cazul II: Se doreşte fotografierea unui anumit element din cadru (centrul de interes: o floare, un portret), astfel încît acesta să se detaşeze prin claritatea sa de fundal sau de alte elemente nesemnificative din cadru, eşalonate în profunzimea cîmpului. Pentru aceasta este necesară deschiderea completă a diafragmei şi punerea la punct a obiectivului pe elementul dorit, celelalte elemente ale cadrului rămînînd în afara zonei de focalizare. Diafragma maximă posibilă în cazul nostru este 8. Filtrul gri cu $D = 1,2$ permite deschiderea diafragmei la valoarea 2, pentru un timp de expunere de 1/500, în vederea obţinerii efectului dorit.

Cazul III: Pentru obţinerea clarităţii maxime a unui subiect fotografiat este necesară practicarea diafragmei optime din acest punct de vedere: 5,6*, pentru obiectivele a căror deschidere maximă este 2. În cazul nostru un filtru cu $D = 0,3$ permite deschiderea diafragmei la 5,6, la timpul de expunere minim 1 : 500 s.

* Optica fotografică arată că, pe măsură ce diafragma este închisă, claritatea imaginii creşte dar de la un anume moment, datorită difracţiei luminii la trecerea prin deschideri mici, claritatea începe să scadă. Valoarea pentru care cele două tendinţe sînt în echilibru şi reprezintă un optimum, este diafragma 5,6, pentru obiectivele cu deschidere relativă 2.

Modificarea cu mare precizie a expunerii filmului

Întrucît calibrarea filtrelor gri poate fi efectuată mult mai precis decît cea a diafragmelor sau a vitezelor obturatoarelor, pentru lucrările în care este necesară reducerea cu mare precizie a luminii, este de preferat să se aleagă calea filtrării decît a modificării parametrilor de expunere.

FILTRE GRI COMBINATE CU ALTE FILTRE

Deoarece aceste filtre sînt utilizate cu precădere în exterior, sînt situații în care ele trebuie asociate cu alte filtre cum sînt, de exemplu, filtrele de corecție pentru fotografia alb-negru sau filtrele de conversie pentru fotografia color. Dar, după cum se știe, suprapunerea mai multor filtre nu este întotdeauna de dorit. Din acest motiv fabricanții de filtre, ținînd seama de situațiile de asociere de filtre cel mai des întîlnite în practică, au început să producă filtre de gelatină colorată combinate cu densități gri, ceea ce prezintă avantajul de a se utiliza un singur filtru în fața obiectivului cu un rol însă dublu: corecția (conversia) luminii și reducerea ei generală.

Din sortimentul Kodak Wratten menționăm filtre combinate de corecție pentru alb-negru 3 N 5 și 8 N 5 (galbene cu o densitate de gri suplimentară de 0,5) și filtrele de conversie 85 N 3; 85 N 6; 85 N 9; 85 B N 3; 85 B N 6 (cu densitatea de gri avînd valorile 0,3; 0,6; 0,9).

FILTRU DE INTERPRETARE (VIZARE) GRI

În paragraful VI.4. a fost descris filtrul de interpretare galben-verzui, utilizat pentru anticiparea aproximativă a modului în care vor fi redate prin tonuri de gri, culorile unui subiect în reproducerea sa fotografică alb-negru.

În fotografia a/n ca și în cea color se folosesc ca filtre de interpretare filtre de densitate neutră, care au de această dată rolul de a furniza celui care captează imaginea, informații anticipative privind modul în care vor fi repartizate luminile și umbrele în viitoarea reproducere fotografică. De fapt filtrul gri reduce nivelul general de iluminare, prin absorbția în special a luminii difuze, derutante pentru ochi, și lasă astfel privitorului doar imaginea în care luminile și umbrele sînt bine reliefate. Astfel, este posibil să se verifice dacă scena este uniform iluminată, dacă nu sînt zone prea întunecate care vor fi reproduse cu prea puține detalii și care necesită, din acest motiv, o iluminare suplimentară.

De exemplu, firma Agfa-Gevaert pune la dispoziția profesioniștilor un set de trei filtre cuprinse într-o singură montură (v. figura 13).

Este vorba de un filtru galben-verzui cu aplicații în fotografia a/n avînd densitatea aproximativă 1,2 pentru zona spectrală de transmisie maximă (560—580 nm), un filtru gri închis pentru fotografia a/n și color avînd densitatea de aproximativ 2 pentru întreg domeniul vizibil (C) și un filtru gri deschis (*B*) care se folosește simultan cu (A) sau (C), pentru nivele medii sau mari de iluminare și filme cu sensibilitate ridicată. Densitatea filtrului gri deschis este de circa 0,6 pentru întreg domeniul spectrului vizibil.

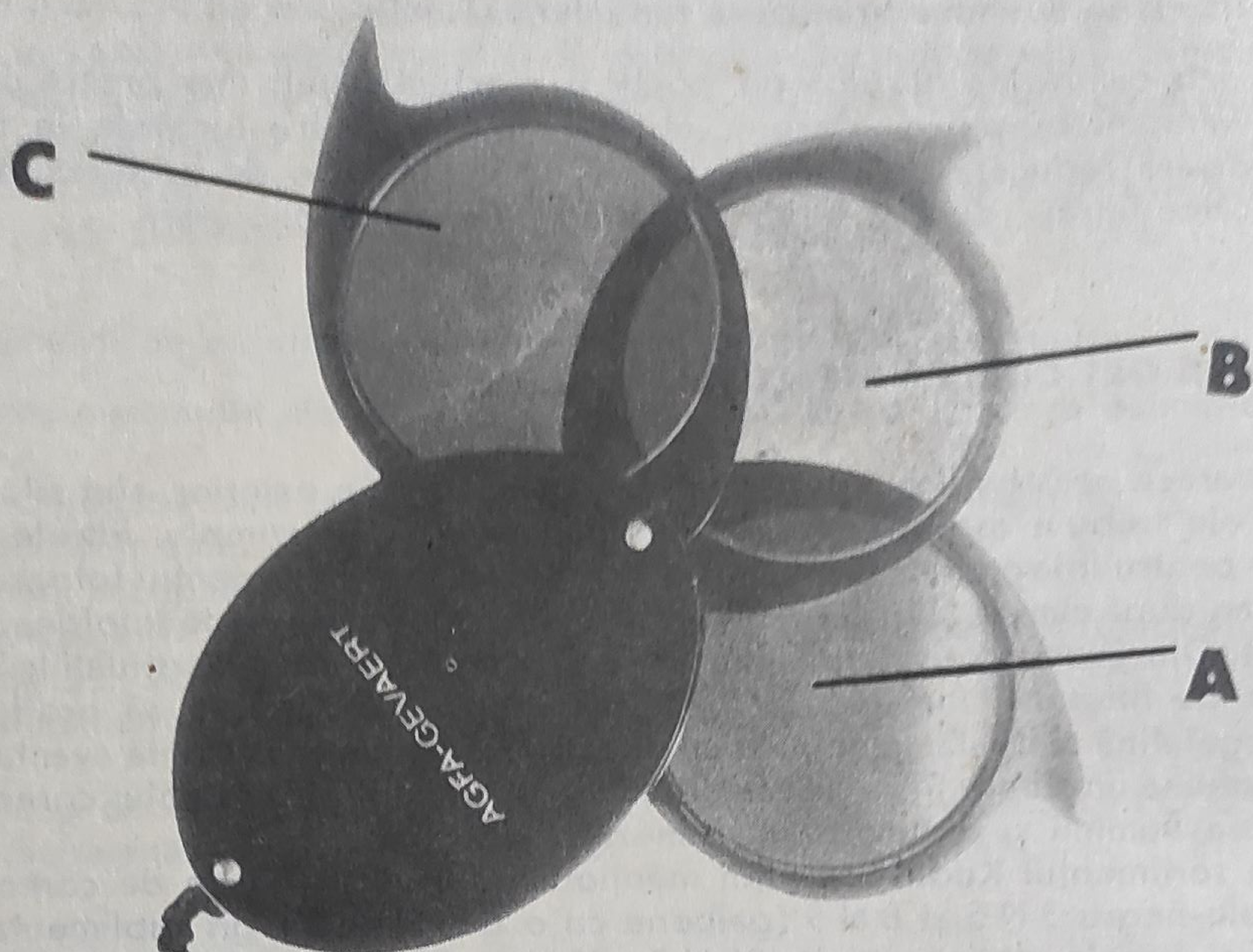


Fig. 13. Montura cu filtre de interpretare:
A — filtru galben-verde pentru fotografia alb-negru; B — filtru gri; C — filtru gri închis pentru aprecierea contrastului luminării în fotografia alb-negru și color.

2. FILTRUL DE POLARIZARE

Printre filtrele optice și lentilele adiționale utilizate în mod curent în fotografie și cinematografie, filtrul de polarizare ocupă un loc special, dată fiind acțiunea sa foarte particulară asupra luminii.

El nu acționează, ca de exemplu filtrele colorate, absorbind selectiv anumite radiații, ci oprind întregul ansamblu al radiațiilor luminoase care nu se găsesc într-un anumit plan. Sau, altfel spus, el lasă să treacă numai radiațiile care se află într-un plan de oscilație determinat.

Principalele proprietăți ale filtrului de polarizare sînt următoarele:

— dat fiind aspectul său cenușiu-neutru, poate fi utilizat atît în alb/negru cît și în color;

— funcțiunea sa cea mai cunoscută constă în atenuarea, chiar în eliminarea reflexelor suprafețelor nemetalice (și deci și a imaginilor reflectate);

— el saturează culorile și intensifică culoarea cerului, în cazul fotografierilor sau filmărilor color; mărește densitatea de gri a cerului în fotografia de alb/negru;

— are capacitatea, ținîndu-se seama de densitatea sa neutră relativ importantă, de a se comporta ca un filtru gri;

— permite să se obțină în combinație cu un filtru de aceeași natură, unele efecte speciale.

Am fi tentați să credem că toate aceste efecte fotografice se datoresc faptului că filtrul polarizează radiațiile luminoase formatoare de imagine.

Această interpretare nu corespunde realității, deoarece filmul, ca de altfel și ochiul uman, nu sesizează nici o diferență între o imagine formată din radiații polarizate și una obișnuită.

De fapt filtrul devine activ numai cînd subiectul emite sau reflectă lumină polarizată. În funcție de unghiul dintre planele de polarizare ale filtrului și respectiv radiațiilor incidente pe el, acestea îl pot străbate sau dimpotrivă, pot fi oprite parțial sau total.

Avînd în vedere cele de mai sus, este necesar ca înainte de a intra în amănuntele efectelor fotografice ale filtrelor de polarizare să se clarifice noțiunea de polarizare a luminii și să se descrie sursele de lumină polarizată importante pentru fotografie.

FENOMENUL DE POLARIZARE A LUMINII

Lumina este un fenomen de natură electromagnetică. Ea se propagă deci un spațiu sub formă de oscilații (unde) electromagnetice.

Oscilațiile care alcătuiesc un fascicol de lumină, se produc într-o infinitate de plane care au ca linie comună de intersecție direcția de propagare a luminii.

Pentru a ușura înțelegerea acestei distribuții spațiale a planelor de oscilație — de care este legat direct fenomenul de polarizare — în fig. 14 vor fi reprezentate doar două dintre acestea (unul orizontal și unul vertical).

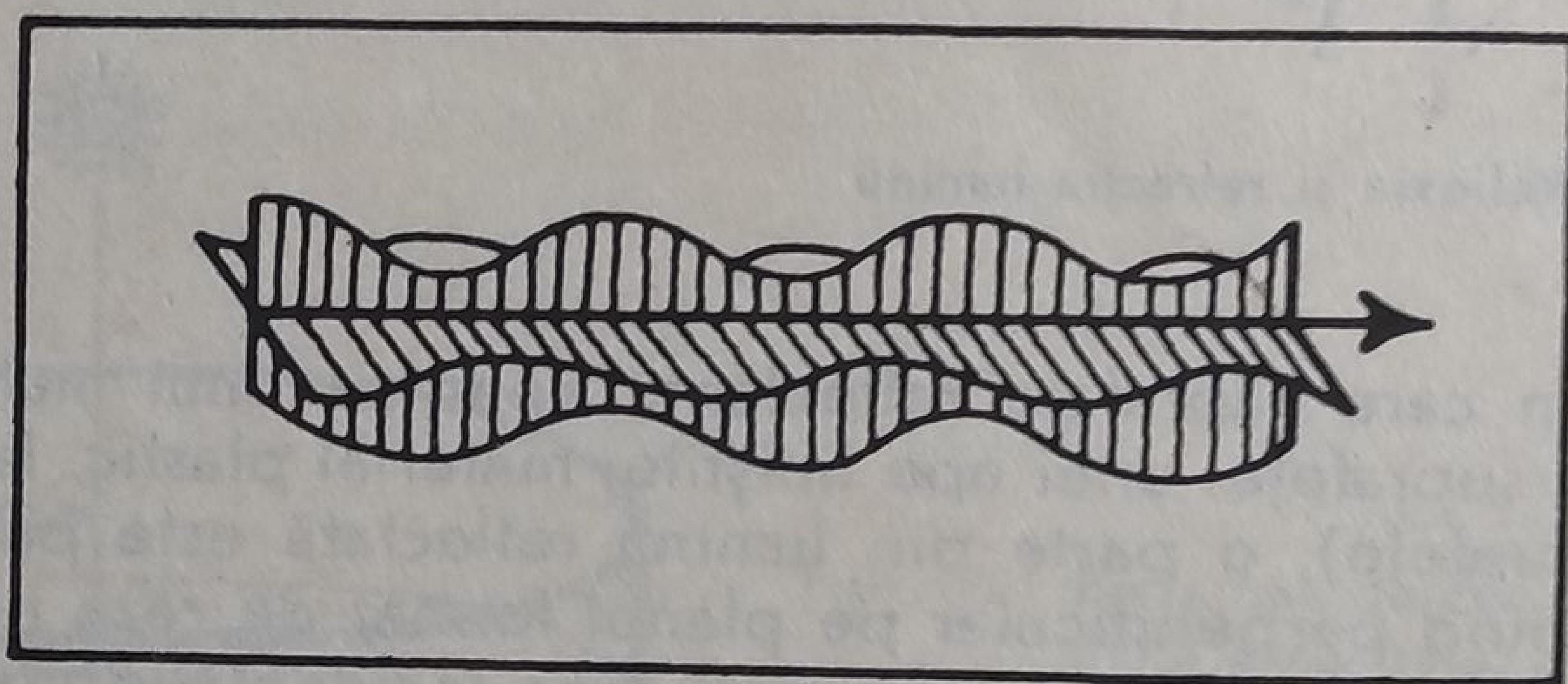


Fig. 14. Două dintre planurile de oscilație a undelor care alcătuiesc un fascicol de lumină.

La traversarea anumitor medii sau prin reflectarea pe anumite suprafețe, lumina poate fi polarizată, adică fascicolul de lumină emergent (transmis, respectiv reflectat) este format numai din oscilații care se produc într-un singur plan, numit *plan de polarizare* sau *planul luminii polarizate*.

Mai trebuie menționat ca o curiozitate faptul că, în timp ce ochiul omenesc nu poate deosebi lumina polarizată de cea obișnuită unele animale și insecte (în special albinele) sesizează această diferență.

SURSE DE LUMINĂ POLARIZATĂ

Există trei surse de lumină polarizată care interesează subiectul de față:

— unele suprafețe reflectante;
— cerul senin;
— filtru de polarizare.

Suprafețe reflectante nemetalice

Din optica geometrică (fig. 15) se știe că o rază de lumină incidentă (*I*) pe o suprafață (*S*), de separare între două medii transparente (1 și 2) cu proprietăți diferite, în parte se reflectă în mediul din care provine (R), unghiul de incidență (*i*) fiind egal cu unghiul de reflexie (*r*) și în parte se refractă, unghiul de incidență (*i*) și cel de refracție (*r'*) fiind legate de relația:

$$\frac{\sin i}{\sin r'} = \frac{n'}{n}$$

unde n și n' sînt indicii de refracție ai primului, respectiv celui de-al doilea mediu.

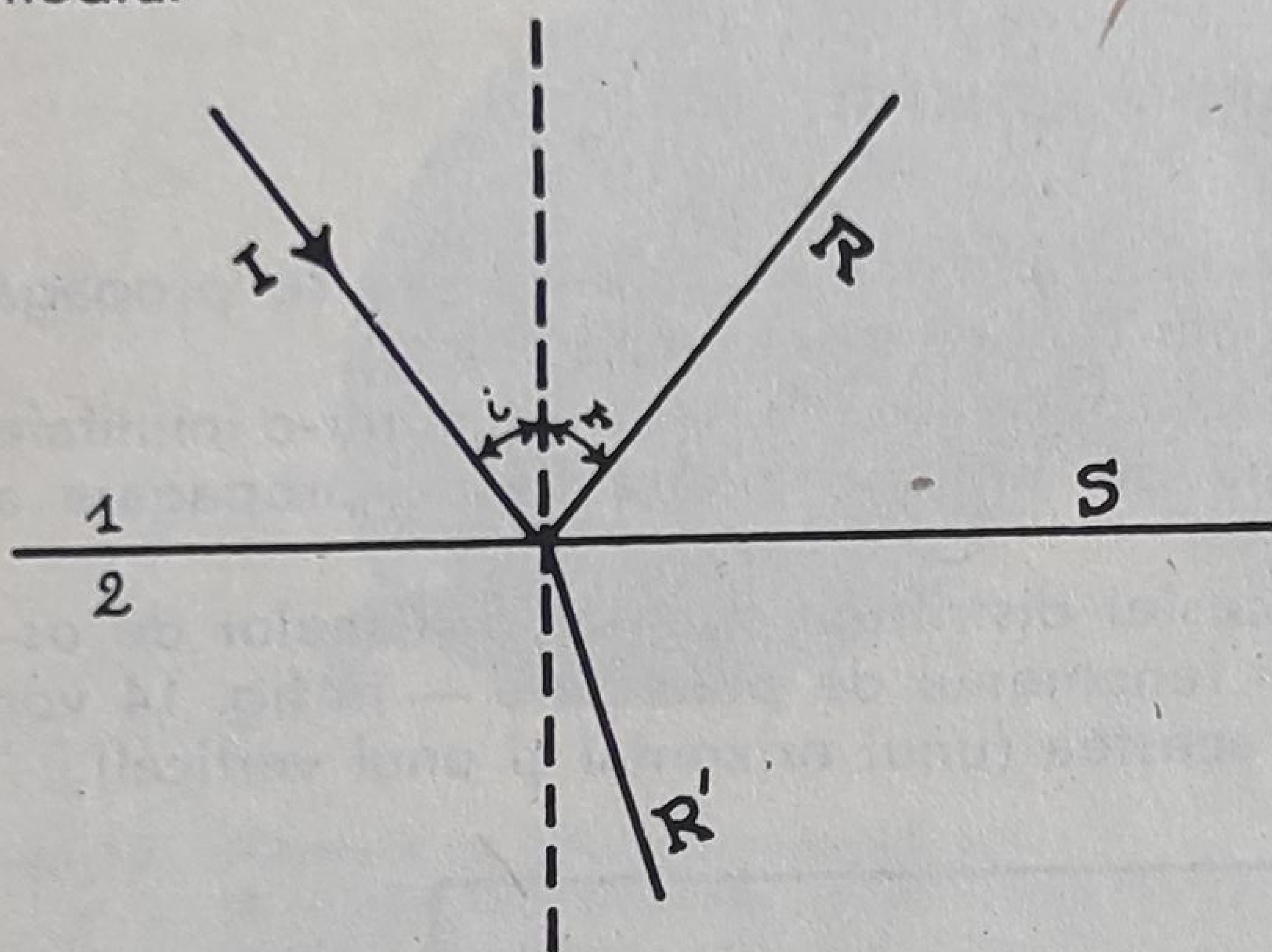


Fig. 15. Reflexia și refracția luminii

În cazul în care suprafața reflectantă aparține unui material nemetalic (sticlă, oglinda suprafeței unei ape liniștite, material plastic, lacuri și vopsele depuse pe suprafețe), o parte din lumina reflectată este polarizată, planul de polarizare fiind perpendicular pe planul format de raza incidentă cu cea reflectată. Polarizarea este maximă cînd raza incidentă atinge suprafața reflectantă sub un unghi care face ca raza reflectată să formeze cu cea refractată un unghi de 90° * (fig. 16).

În cazul în care suprafața reflectantă aparține unui material nemetalic (sticlă, oglinda suprafeței unei ape liniștite, material plastic, lacuri și vopsele depuse pe suprafețe), o parte din lumina reflectată este polarizată, planul de polarizare fiind perpendicular pe planul format de raza incidentă cu cea reflectată. Polarizarea este maximă cînd raza incidentă atinge suprafața reflectantă sub un unghi care face ca raza reflectată să formeze cu cea refractată un unghi de 90° * (fig. 16).

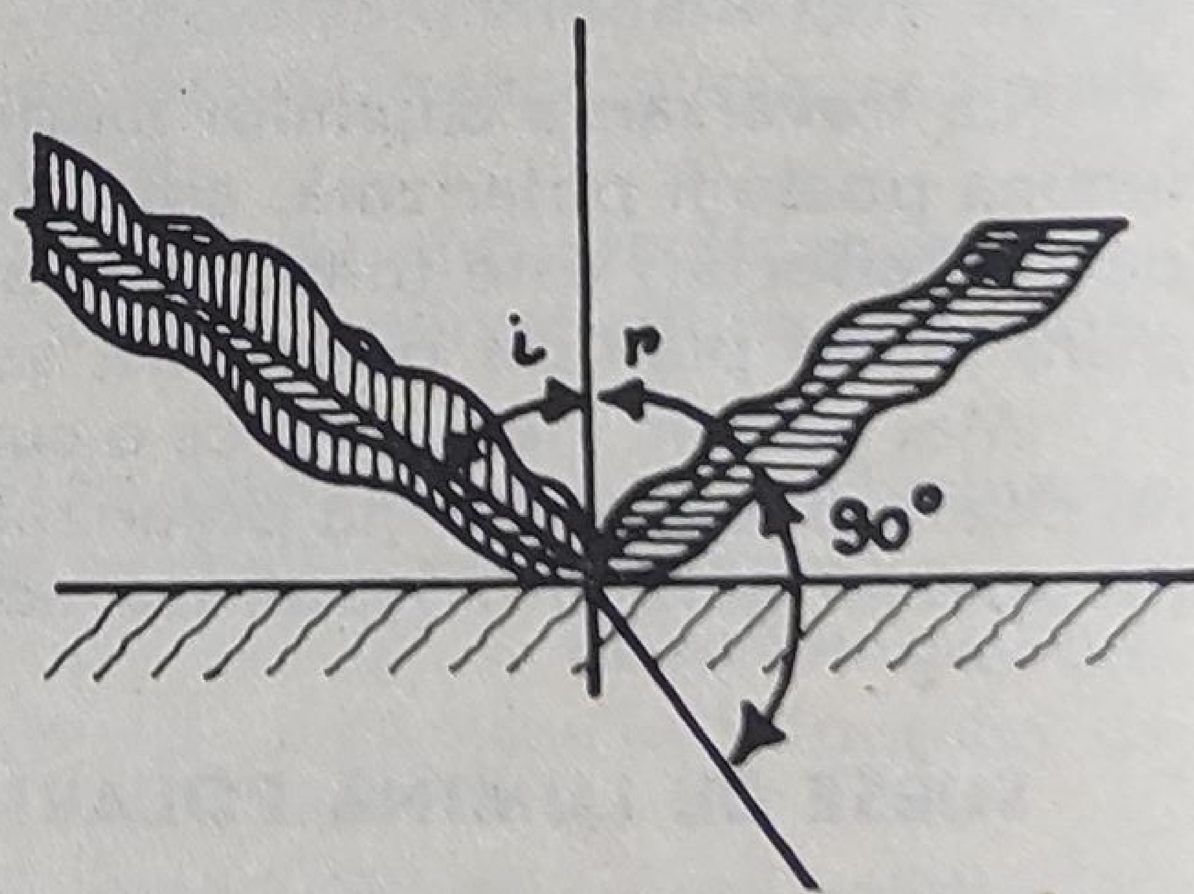


Fig. 16. Polarizare prin reflexie (cazul incidenței brewsteriene).

* Acest caz poartă numele de incidență vrewsteriană, după numele fizicianului Brewster, care a stabilit condiția polarizării totale prin reflexia pe suprafețe transparente.
Brewster a inventat, printre altele, bine cunoscutul kaleidoscop și a adus perfecționări însemnate stereoscopului.

Unghiul de incidență care produce o polarizare totală a luminii depinde de material, fiind de 56° pentru sticlă, 53° pentru apă, 55° pentru lac incolor etc. În afara unghiului polarizării totale, lumina se polarizează parțial. Pentru incidența normală $i = 0$, lumina nu se polarizează.

Cerul senin

Anumite porțiuni de cer neacoperit, bine determinate în raport cu poziția soarelui, emit lumină parțial polarizată.

Polarizarea luminii cerului se datorește unei difracții a luminii de către corpusculii (impurități ale aerului) mai mari decît cei care generează lumina albastră a cerului. Subliniem acest fapt pentru că mulți cred că există o legătură directă între culoarea albastră a cerului și polarizarea luminii. Un argument împotriva acestei păreri este, de exemplu, faptul că, pe măsură ce ne aflăm la înălțime din ce în ce mai mare, albastrul cerului devine din ce în ce mai intens, mai saturat, în schimb polarizarea se diminuează.

Pentru a putea exploata acest fenomen în captarea și înregistrarea imaginii este necesar să se cunoască ce porțiune a bolții cerești emite lumină polarizată. Aceasta depinde, după cum s-a mai spus, de poziția soarelui.

Astfel, dacă soarele se află la azimut (fig. 17), tot orizontul se află polarizat de jur împrejurul punctului corespunzînd verticalei poziției soarelui.

Dacă, însă soarele se găsește într-o poziție mai joasă, de exemplu la începutul sau sfîrșitul zilei, zona polarizată este limitată și relativ înaltă, în raport cu orizontul (fig. 18).

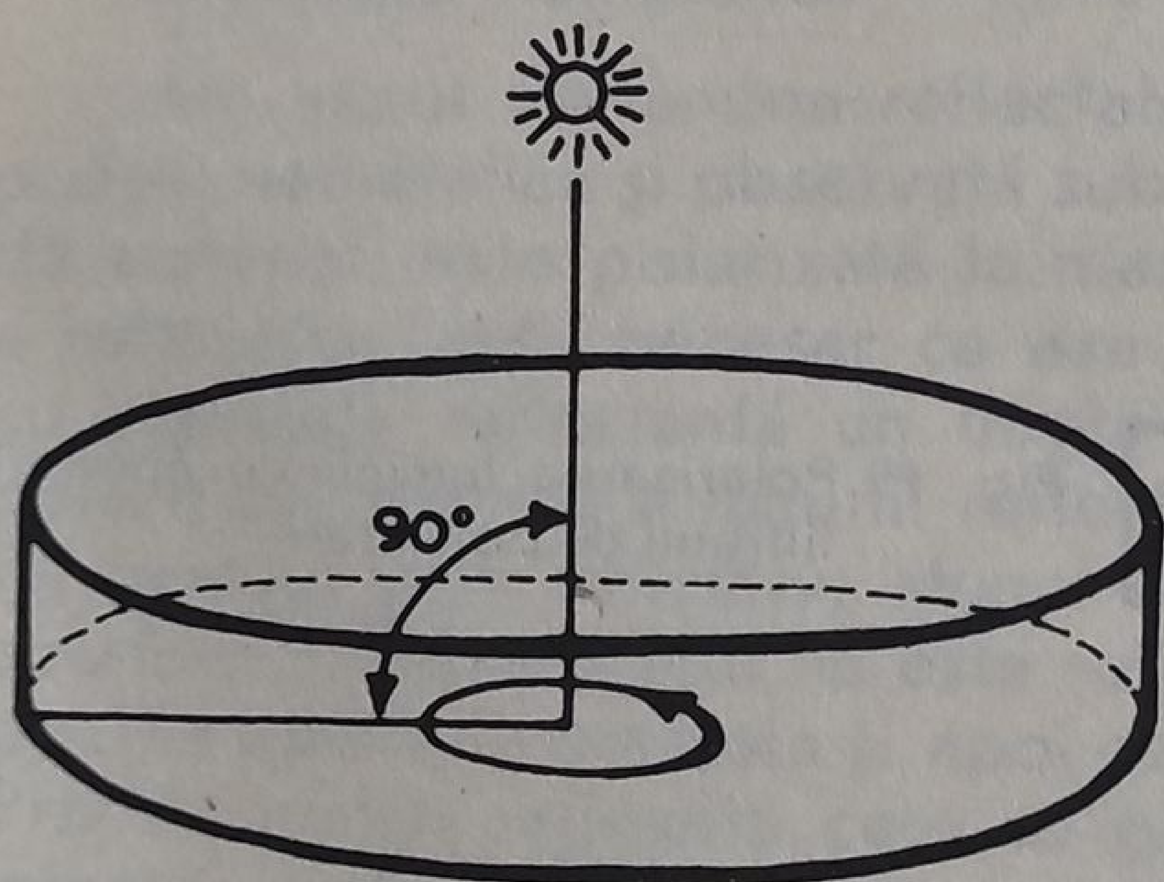


Fig. 17. Porțiunea de cer senin care emite lumină polarizată, cînd soarele se află la azimut.

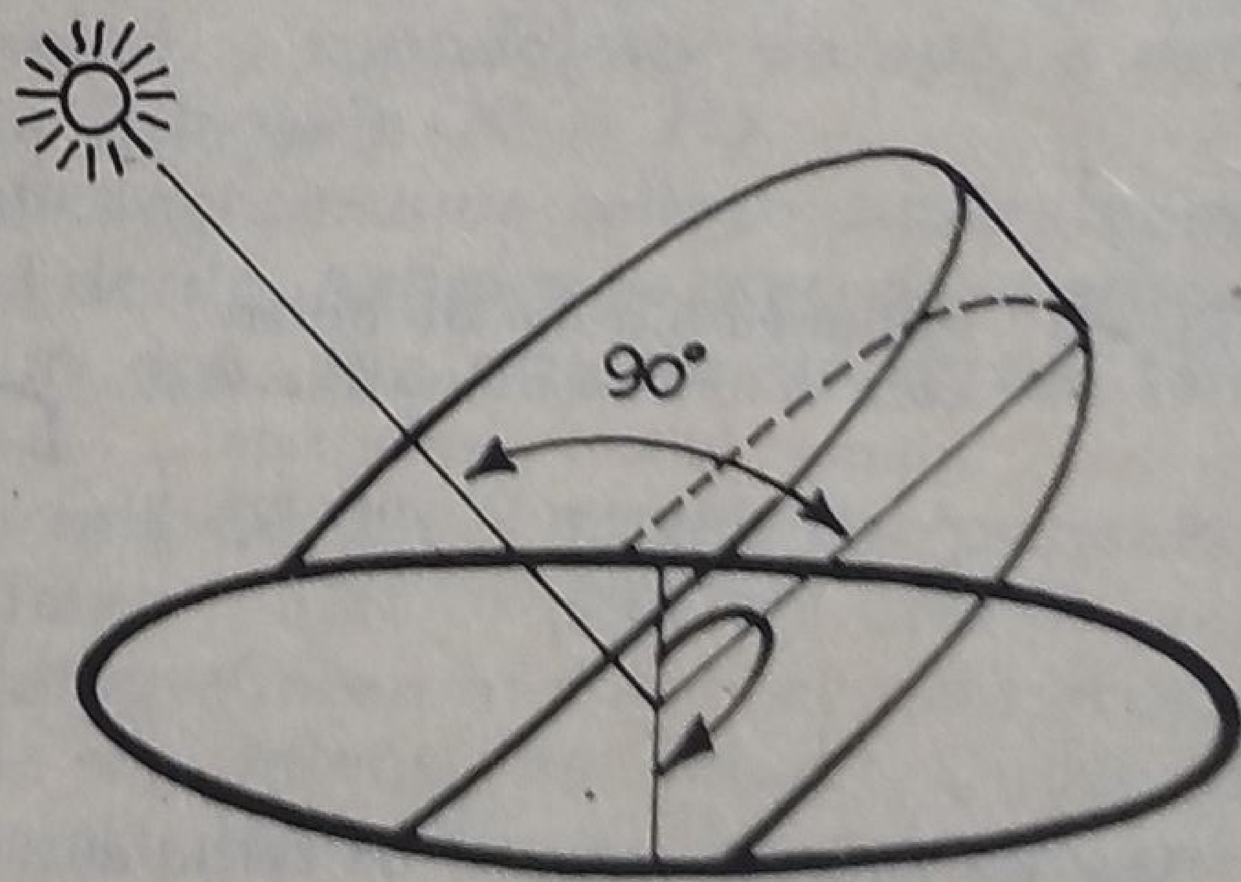


Fig. 18. Porțiunea de cer senin care emite lumină polarizată, cînd soarele se află într-o poziție intermediară între azimut și orizont.

Filtre de polarizare

Unele materiale anorganice (spatul de Islanda*, de exemplu) polarizează lumina pe baza fenomenului de birefringență, cunoscut din fizică.

Astfel de materiale, ce au numeroase aplicații în domeniul fizicii și chimiei (poate unii își mai amintesc de izomeria optică din chimie, în care se vorbește de substanțe care rotesc planul luminii polarizate spre stînga sau spre dreapta), au început să fie înlocuite cu altele de natură sintetică, care se pot produce printr-o tehnologie mai simplă și sînt mai puțin fragile ca primele.

Astfel se poate da exemplul foliilor numite „polaroid" care sînt alcătuite din microcristale organice cu molecule lungi orientate paralel, în urma unor tratamente speciale, alcătuind astfel o microgrilă cu „bare" paralele dispuse ca dinții unui pieptene. Prin astfel de medii se transmit numai oscilații aflate într-un singur plan, sau în plane paralele cu acestea, care se „strecoară" printre barele grilei (fig. 19). Aceste folii reprezintă, de fapt, filtre de polarizare.

Aplicațiile practice ale filtrului de polarizare în domeniul captării și înregistrării imaginii se bazează pe faptul că acesta poate controla, după cum s-a mai arătat, lumina deja polarizată în sensul că este „transparent" pentru aceasta numai într-o anumită poziție, aceea în care „barele" microgrilei sale sînt paralele cu planul de polarizare al luminii. La rotirea filtrului, lumina se atenuează treptat, absorbția maximă avînd loc în monumentul în care filtrul este rotit cu un unghi de 90° față de poziția de transparență maximă (fig. 20 A, B).

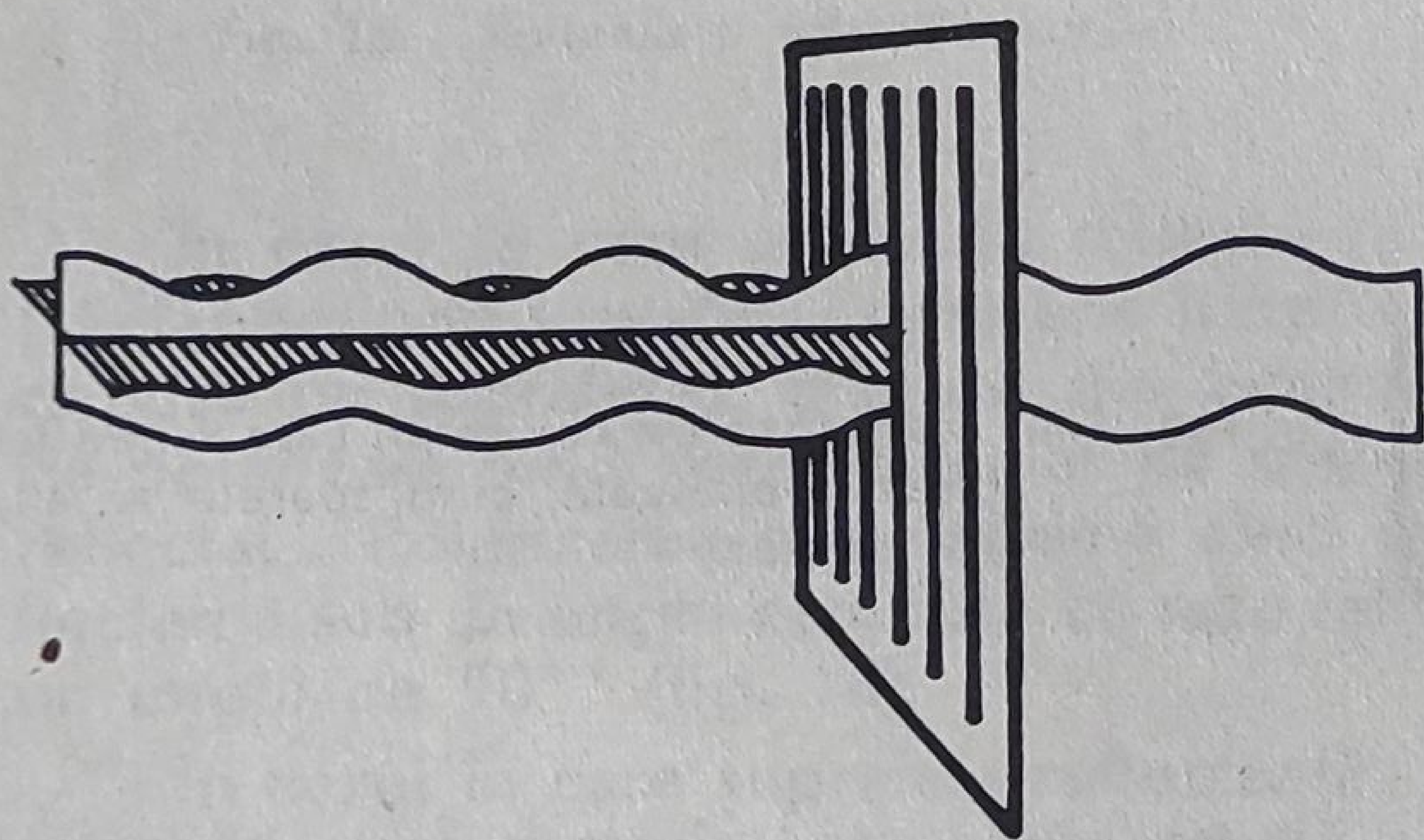


Fig. 19. Polarizarea luminii cu ajutorul filtrului de polarizare

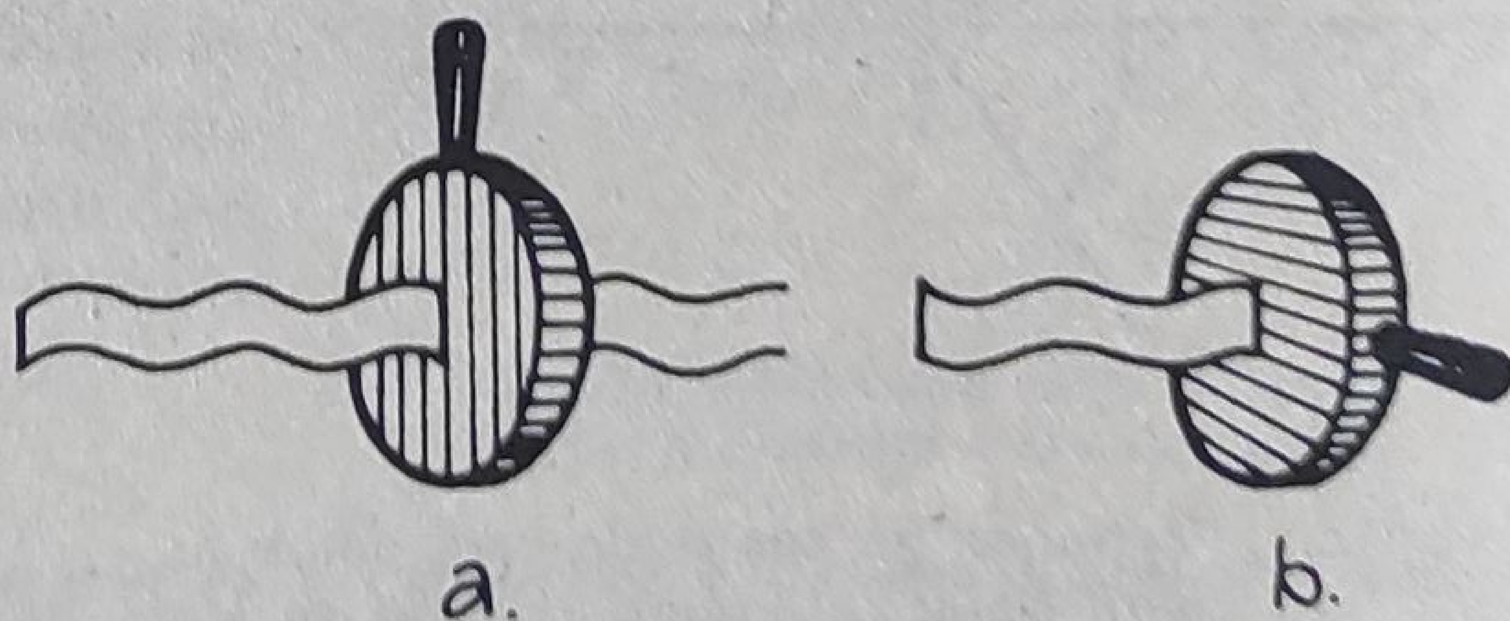


Fig. 20. Acțiunea filtrului de polarizare în funcție de poziția sa asupra luminii polarizate: A — transparență maximă; B — absorbție maximă.

* Spat de Islanda: carbonat de calciu aflat în formă cristalină, romboidală, numit și calcită.

Filtrele de polarizare folosite în practică se prezintă sub două forme distincte:

— montate între plăci de sticlă optică care protejează folia împotriva uzurii mecanice și care permit amplasarea lor într-o montură specială. Aceásta este compusă din două părți: partea anterioară pivotantă care cuprinde filtrul și permite rotirea acestuia și partea posterioară fixă, solidară cu obiectivul aparatului de luat vederi;

— folii plastice de dimensiuni atingînd 1 000 × 400 mm, prezentare rezervată în special pentru amplasarea pe sursele de lumină cînd se urmărește iluminarea subiectului cu lumină polarizată.

La expunerea materialelor fotosensibile prin intermediul filtrului de polarizare trebuie ținut seama de faptul că acesta are o anume densitate și ca atare este necesar să se mărească expunerea filmului. Factorul (coeficientul) unui filtru de polarizare variază după marcă, de la 2,5 la 4 (compensabil prin deschiderea diafragmei cu 1 1/3 la 2 diviziuni).

APLICAȚIILE FILTRULUI DE POLARIZARE

Aplicațiile practice ale filtrului de polarizare corespund următoarelor combinații sursă de lumină polarizată — filtru de polarizare:
— suprafețe reflectante nemetalice — filtru de polarizare;
— cer senin — filtru de polarizare;
— filtru de polarizare — filtru de polarizare.

Suprafețe nemetalice — filtru de polarizare

Am văzut că lumina reflectată (respectiv imaginile reflectate) de o suprafață nemetalică și observată sub unghiuri cuprinse între 53 și 36°, în funcție de material, este polarizată la maximum. Pentru eliminarea cît mai completă a reflexelor, este necesar ca axa optică a obiectivului camerei să formeze cu suprafața reflectantă un unghi cît mai apropiat de cel care corespunde polarizării maxime a luminii reflectate. Apoi, prin rotirea filtrului, se stabilește, privind prin obiectiv, atunci cînd aparatul este reflex, poziția optimă a acestuia. Cînd aparatul nu este reflex se privește întîi prin filtru, se stabilește poziția optimă a acestuia și apoi se montează, în aceeași poziție, pe obiectiv. Practic, numai reflexele care se găsesc în centrul imaginii sînt complet eliminate, acelea de pe margini continuă să existe într-o anumită măsură, deoarece ele nu sînt captate sub unghiul polarizării totale. Este în acest caz preferabil, să se utilizeze obiective cu distanța focală lungă, de cel puțin 100 mm, pentru formatul de 35 mm.

Filtrul de polarizare permite astfel să se elimine reflexele nedorite la fotografierea, filmarea sau transmisia TV, a obiectelor aflate în vitrinele magazinelor, a persoanelor care poartă ochelari, a suprafețelor de apă, a persoanelor aflate în interiorul automobilelor (planșele 20 și 21).

Desigur, mai sus a fost vorba de eliminarea unor reflexe supărătoare. Sînt frecvente cazurile în care reflexele sînt dorite. Astfel este greu de imaginat un apus de soare la mare, fără reflexe în apă, sau obiecte de cristal fără reflexe spectaculoase.

Filtrul polarizant poate fi binefăcător față de unele situații dar periculos pentru altele. Astfel, de exemplu, majoritatea frunzelor prezintă anumite reflexe. Utilizarea filtrului de polarizare la fotografierea în culori elimină aceste reflexe și conduce la imagini cu un verde mai intens, mai saturat. Utilizarea sa în alb/negru duce la redarea frunzelor cu tente de gri mai intense, mai

sumbre, apărînd o oarecare pierdere de relief. Filtrul de polarizare nu-și are de asemenea rostul la fotografierea străzilor, noaptea, după ploaie, cînd reflexele care apar, sînt dorite în majoritatea cazurilor de către cel care înregistrează astfel de imagini.

În general, totuși, culorile unui cadru oarecare se găsesc revitalizate la fotografierea cu acest filtru. Unele culori, chiar terne, se găsesc oarecum „exaltate" prin suprimarea reflexelor parazite de la suprafața obiectelor, reflexe care au influență „diluantă" asupra culorilor. Este și motivul pentru care numeroși fotografi profesioniști susțin ideea că nu pot practic să se dispenseze de acest filtru.

Cer senin — filtru de polarizare

Cerul senin emite lumină polarizată, după cum s-a mai arătat, într-o zonă a cărei direcție formează un unghi drept cu linia ce unește soarele cu punctul de observare. Plasînd aparatul de luat vederi într-o poziție orientată astfel încît să cuprindă în unghiul obiectivului său porțiunea de cer care emite lumina polarizată, și controlînd-o prin rotirea convenabilă a filtrului de polarizare, se ajunge la următoarele rezultate:

— în fotografia alb/negru, densitatea de gri a cerului crește și norii izolați se detașează vizibil, întrucît nu emit lumină polarizată care să poată fi redusă; se obține aproape același efect ca la utilizarea filtrului galben;

— în fotografia în culori, albastrul cerului devine mai intens, iar norii eventuali se detașează mai bine de fond și alte subiecte care se proiectează pe acest fond de cer senin, cum sînt florile, statuile, monumentele, clădirile de culoare deschisă etc. sînt avantajate de filtrul de polarizare (v. planșele 22 și 23);

— la fotografierea scenelor depărtate iluminate de sus sau lateral prin eliminarea luminii polarizate reflectate de către voalul atmosferic, se obțin imagini mai nete, diferitele planuri dispuse în adîncime se detașează mai bine, culorile se saturează;

— realizarea efectului de noapte prin filmări în timpul zilei este un alt rol al filtrului de polarizare pentru filmările color.

Filtru de polarizare — filtru de polarizare

Se pot utiliza și două filtre de polarizare cuplate pentru a realiza, de exemplu, stingerea completă a unui fascicol de lumină. Intensitatea luminii transmise de un filtru de polarizare este dată de legea lui MALUS.

$$I = I_0 \cos 2\pi$$

Această expresie arată că funcția, pe parcursul unei variații de 2π, trece prin două maxime și două minime.

Dacă un filtru de polarizare numit „analizor" este cuplat cu un altul numit „polarizor" care este orientat astfel încît maximul polarizorului să corespundă cu maximul analizorului, lumina trece liber. Dacă la poziția de maxim a analizorului corespunde o poziție de minim pentru polarizor, lumina va fi practic complet blocată. În poziția intermediară lumina va fi proporțional slăbită pînă cînd între cele două axe ale filtrelor va exista un decalaj de 90°. O pereche de filtre de polarizare care pot fi rotite unul față de celălalt într-o montură comună poartă numele de sistem DUHÉ.

Această proprietate permite să se execute fondu-uri în timpul filmării cu două filtre montate într-o montură rotativă și prevăzută cu repere axiale.

Spre deosebire de fondu-ul obținut prin închiderea treptată a diafragmei fondu-ul realizat prin polarizare nu este însoțit de modificarea clarității imaginii și a profunzimii cîmpului.

Dar nu este obligatoriu să se utilizeze două polarizoare pe aparat. Utilizarea a două filtre separate unul montat pe aparatul de luat vederi iar celălalt pe o sursă de lumină poate duce la rezultate foarte interesante de dozaj al luminii.

Filmarea în lumină polarizată poate elimina, de exemplu, toate reflexele provenite de la obiectele metalice și nemetalice indiferent de unghiul sub care se face filmarea. Astfel este posibil să se filmeze pe direcție frontală, tablouri în ulei, lucioase, desene pe acetofan, documente sub sticlă.

Probabil că cel mai interesant efect obtenabil prin cuplarea a două filtre este următorul: dacă între două polarizoare se introduce o materie transparentă (plastic, mică, celofan), structura acestor materiale va provoca fenomene de interferență în straturi subțiri, care vor disocia lumina într-un mod policrom, foarte neuniform. Astfel, se poate ilumina un decor în lumină polarizată. Va fi necesar un singur polarizor pe aparatul de luat vederi și unul pe sursa de lumină pentru ca, de exemplu, o balerină îmbrăcată într-o simplă pelerină de material plastic să capete în timpul dansului culori dintre cele mai surprinzătoare și într-o transformare permanentă.

Asupra aplicațiilor filtrului de polarizare se va reveni în capitolul XII.

IX

Filtre pentru fotografia în domeniile spectrale ultraviolet și infraroșu

Spectrul vizibil este încadrat de radiațiile ultraviolete (UV), la extremitatea lungimilor de undă mici, și de radiațiile infraroșii (IR), de cealaltă parte a spectrului, în zona lungimilor de undă mari.

Exploatarea fotografică a acestor radiații furnizează informații extrem de interesante și prețioase, nesesizabile cu ochiul liber. Acestea conduc fie la obținerea unor date științifice utile, fie la realizarea unor imagini fotografice atractive.

Pentru majoritatea aplicațiilor fotografiei în UV și IR se poate utiliza aparatura fotografică obișnuită.

În ceea ce privește materialele fotosensibile, fotografia în UV utilizează filmele fotografice obișnuite care sînt, după cum s-a mai arătat, sensibile și la aceste radiații din afara spectrului vizibil. În schimb, pentru domeniul IR se produc filme speciale a căror sensibilitate este extinsă și în zona lungimilor de undă mari, ale radiațiilor IR.

Pentru obținerea unor imagini corecte și utilizabile în domeniile spectrale amintite, mai trebuie îndeplinită o condiție: radiațiile respective trebuie separate în momentul fotografierii, de cele vizibile care le pot altera efectul. Acest deziderat se realizează cu ajutorul unor filtre speciale, în general opace vizual, dar transparente pentru zonele care interesează, UV, respectiv IR. Pentru anumite cazuri, mai ales al fotografiilor color în IR, se folosesc filtre colorate din grupul celor destinate fotografiei alb-negru.

1. FOTOGRAFIA ÎN ULTRAVIOLET

Radiațiile UV, situate imediat în partea stîngă a spectrului vizibil, se eșalonează într-o zonă a lungimilor de undă cuprinsă între 1 și 380 nm. În condiții de lucru obișnuite este folosită doar o porțiune restrînsă a acestui interval, cuprinsă între 350 și 380 nm, întrucît radiațiile cu lungime de undă mai mică sînt absorbite de sticla obiectivelor fotografice obișnuite. Această limitare nu are o importanță prea mare, deoarece, cu excepția unor lucrări științifice speciale, fotografia în UV folosește impresionarea materialelor fotografice de către radiațiile aflate în acest domeniu spectral restrîns.

Acțiunea radiațiilor UV asupra materialelor fotografice poate fi exploatată în două moduri:

— unul direct, înregistrîndu-se radiațiile UV reflectate*, și

— unul indirect, înregistrîndu-se radiațiile vizibile, datorate fenomenului de fluorescență pe care îl manifestă anumite substanțe cînd sînt iradiate de ultraviolete.

* Acest mod de lucru constituie fotografia în UV propriu-zisă.

TEHNICA FOTOGRAFIEI ÎN UV

Reamintind faptul că în cazul de față se folosesc aparate de fotografiat și filme alb-negru obișnuite, mai este necesar ca în continuare să se precizeze ce îi este specific acestei tehnici, din punct de vedere al filtrelor de lumină al surselor de radiații ultraviolete folosite, și al modului în care se face punerea la punct și se stabilește expunerea.

Filtre

Deoarece efectul radiațiilor UV este alterat sau chiar anulat de radiațiile luminoase, acestea trebuie împiedicate să ajungă în fascicolul formator de imagine. Din acest motiv, în fotografia în UV, prezența filtrelor este obligatorie.

Materialul din care este alcătuit un filtru care transmite ultravioletele și absoarbe radiația vizibilă, poartă denumirea de sticlă Wood. Astfel de filtre din sticlă Wood sînt livrate de firmele Kodak (Wratten 18 A), Hoya (nr. 4360), B + W (nr.403) etc. Curba unui filtru transparent pentru UV indică totodată și o opacitate totală pentru domeniul vizibil. În graficul din fig. 21, reprezentînd curba de absorbție a filtrului Wratten 18 A se observă și o anumită transparență în domeniul IR, care însă, practic, nu are nici o influență asupra filmelor pancromatice, cu care se lucrează în domeniul UV.

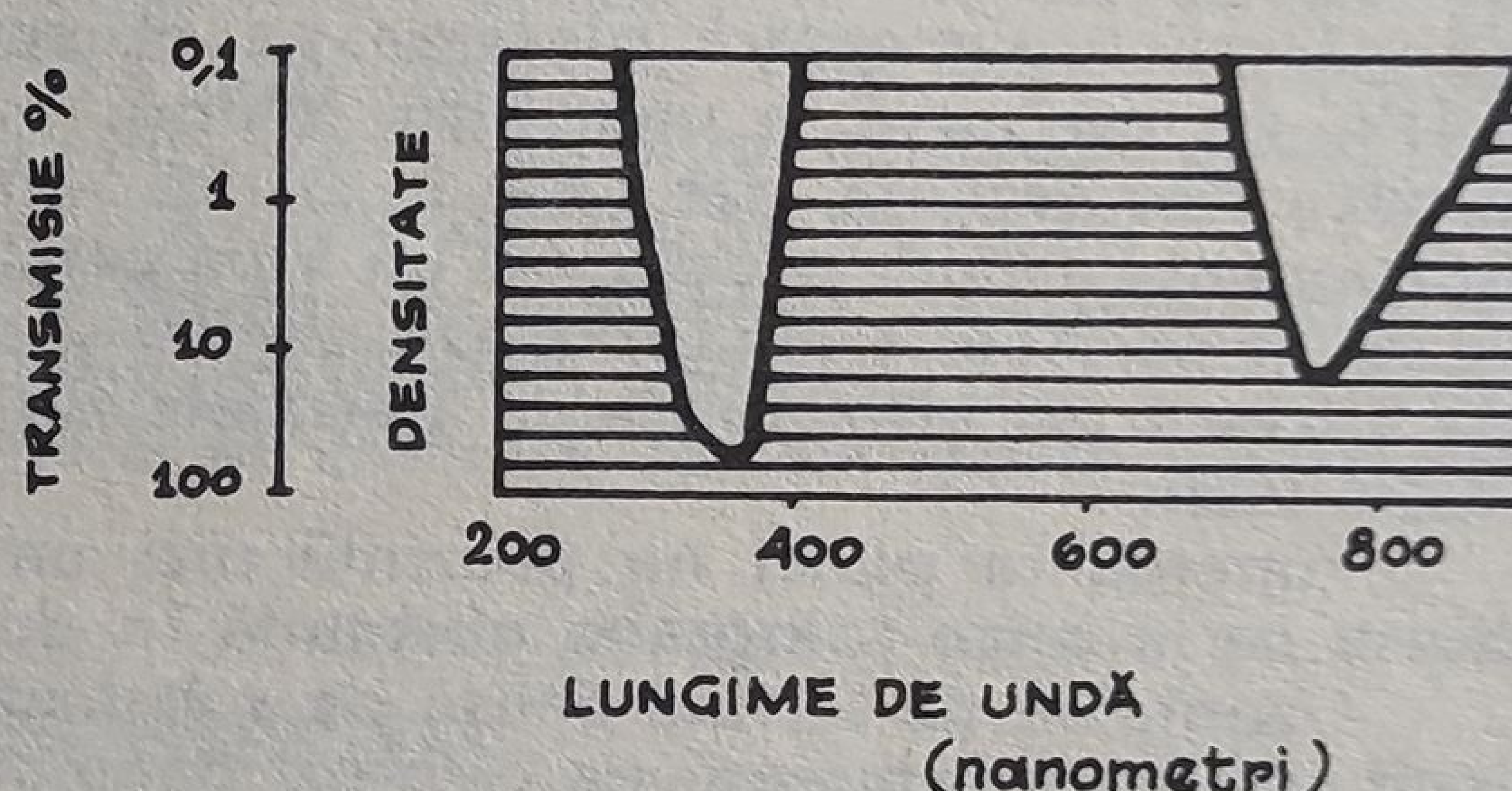


Fig. 21. Curba de absorbție a filtrului transparent pentru UV, Kodak-Wratten 18 A.

Surse de radiații ultraviolete

Majoritatea surselor de lumină obișnuite emit și radiații UV, dar în cantități reduse, ceea ce le face utile doar pentru cazurile în care se poate lucra cu timpi lungi de expunere, la fotografierea unor obiecte statice, de exemplu. În schimb, lămpile cu vapori de mercur emit cantități însemnate de radiații ultraviolete și permit astfel practicarea unor parametri normali de expunere. Aceste lămpi trebuie însă manipulate cu grijă și trebuie evitată expunerea îndelungată a corpului omenesc la radiația lor, deoarece provoacă arsuri ale pielii și afecțiuni grave ale organului vederii.

În principiu, pentru a exista certitudinea că într-o anumită situație se utilizează exclusiv radiațiile ultraviolete, se lucrează în întuneric complet, cu filtre plasate atît pe sursă cît și pe obiectiv.

Stabilirea expunerii

În cazul de față, exponometrele nu sînt de nici un folos, expunerea trebuind să fie stabilită prin încercări prealabile. Pentru sursele de lumină obișnuite, prevăzute cu filtru UV, punctul de plecare al încercărilor trebuie să fie o expunere de 8 - 16 ori mai mare decît cea pentru aceeași sursă, în absența filtrului.

Punerea la punct

Punerea la punct (focalizarea) ridică de asemenea unele probleme întrucît imaginea formată de radiațiile ultraviolete se formează într-un plan situat imediat în fața planului de focalizare a imaginii vizibile* (de fapt planul stratului fotosensibil al peliculei). Pentru o punere la punct cît mai precisă, este necesar ca operația să se desfășoare în condiții cît mai apropiate de fotografia în UV. Pentru aceasta, se luminează scena cu o sursă de lumină prevăzută cu un filtru albastru-violet. Focalizarea în lumina acestor radiații, vecine și asemănătoare cu cele ultraviolete, micșorează eroarea care se produce în cazul punerii la punct în lumină albă. Oricum, se recomandă practicarea unor diafragme care asigură profunzimi ce cuprind în zona de claritate și imaginea UV decalată (f:8, f:11, de exemplu).

TEHNICA FOTOGRAFIEI ÎN FLUORESCENȚĂ UV

Substanțele fluorescente emit, în momentul în care sînt iradiate cu ultraviolete, lumină albă, lumină de propria lor culoare sau de o altă culoare. Înregistrarea pe film a fluorescenței diferitelor substanțe reprezintă de fapt un caz particular al fotografiei obișnuite în care obiectele fotografiate sînt în același timp și surse de lumină. Se folosesc deci filme obișnuite alb-negru și mai ales color, varietatea culorilor produse de fluorescență, justificînd fotografierea lor pe materiale color.

Fotografierea se execută de asemenea în întuneric complet, luîndu-se ca măsură suplimentară plasarea pe obiectivul fotografic a unui filtru anti-UV, iar pe sursă, a unui filtru Wood. În caz contrar, radiațiile UV care produc fluorescența, dar care, în parte, sînt și ele reflectate de subiect, impresionează filmul, producînd un voal cenușiu în alb-negru și unul albastru la cel color. Acesta din urmă este similar și de aceeași natură cu cel provocat de excesul de ultraviolete în peisajele de munte, la mare înălțime, sau la malul mări.

Punerea la punct nu prezintă nici un fel de inconvenient, procedîndu-se ca la orice fotografie obișnuită în domeniul vizibil.

Cantitatea de lumină emisă de substanțele fluorescente este mică, astfel încît stabilirea expunerii pa cale exponometrică nu se poate face decît dacă se respectă două condiții: să se dispună de un exponometru ultrasensibil iar acesta să fie prevăzut cu un filtru anti-UV, astfel ca radiațiile UV reflectate de subiect să nu influențeze elementul fotosensibil al instrumentului de măsură. În lipsa unui exponometru adecvat, singura metodă disponibilă pentru determinarea expunerii constă în efectuarea unei serii de expuneri de probă, luînd ca bază de pornire, de exemplu pentru obiecte mici fotografiate pe un film cu sensibilitate de 18° DIN, la lumina unei surse de intensitate medie, timpi de expunere succesivi de 30 s, 60 s, 2 mn, 4 mn și 8 mn, la diafragma 16.

Desigur că valoarea expunerii optime va depinde nu numai de sensibilitatea filmului și puterea lămpii, ci și de intensitatea fluorescenței subiectului fotografiat.

La acești timpi de expunere trebuie să se ia măsuri ca în încăperea în care se lucrează să fie o obscuritate completă, deoarece existența unei lumini parazite, oricît de mici, aparent neimportante, poate cauza voalarea filmului. Trebuie menționat că la acești timpi lungi de expunere, efectul Schwarshild poate să se manifeste prin apariția unor culori imprevizibile în reproducerea fotografică a fluorescenței.

* Ochiul apreciază în vizorul reflex o imagine ca fiind focalizată în funcție de imaginea creată de radiațiile galben-verzi, la care este cel mai sensibil. Radiațiile UV, depărtate de acestea, cu lungimi de undă mici, sînt refractate de obiectiv mai mult și, în consecință, formează imaginea clară, mai aproape de subiect, deci în fața planului peliculei.

APLICAȚIILE FOTOGRAFIEI ÎN UV

Principalele aplicații ale fotografiei în UV sînt:

— studiul suprafețelor, posibil datorită variațiilor de reflexie a radiațiilor UV de către acestea;

— studiul unor proprietăți ale substanțelor bazat pe fenomenul de fluorescență în UV.

Astfel, în dermatologie, pot fi detectate anumite afecțiuni ale pielii care nu produc modificări aparente ale acesteia, dar modifică reflexia în UV a pigmenților ei. Aceste modificări, invizibile ochiului, sînt puse în evidență de către fotografiile executate în lumină UV.

Cernelurile decolorate în timp sau șterse în mod deliberat pe cale chimică, pot fi făcute din nou vizibile în „lumină" UV. Astfel fotografia în UV servește la descifrarea unor documente vechi deteriorate sau la detectarea falsurilor.

Fotografia fluorescenței în UV este o tehnică cu aplicații foarte numeroase, întrucît există mii de substanțe care emit lumină vizibilă cînd se află sub incidența radiațiilor UV. Una dintre aceste substanțe este celuloza care stă la baza fabricării hîrtiei. Această fluorescență poate fi modificată de diverși solvenți care au servit la ștergerea diferitelor texte în vederea falsificării lor. În acest sens și fluorescența servește la detectarea falsurilor în studiile de criminalistică.

Minereurilor heterogene (ale căror componente nu pot fi detectate cu ochiul liber în lumină obișnuită), li se poate stabili conținutul datorită fluorescenței în culori diferite pe care o produc în „lumină" UV aceste componente. Fotografia în UV se folosește din acest motiv pe scară largă în mineralogie. Fotografia fluorescenței policrome a unor astfel de minereuri poate conduce și la obținerea unor imagini abstracte extrem de atractive.

Fluorescența UV scoate în evidență, de asemenea, în cadrul studiilor biologice ale celulelor și țesuturilor, elementele bolnave, care își modifică absorbția unor substanțe fluorescente de contrast, cu care aceste țesuturi sînt tratate în vederea cercetării lor.

2. FOTOGRAFIA ÎN INFRAROȘU

Fotografierea imaginilor formate de radiațiile IR prezintă o deosebită importanță pentru știință și tehnică. Ea stă de asemenea la baza obținerii unor fotografii cu tonuri și culori de o neobișnuită frumusețe.

Ca și în cazul activității fotografice în domeniul UV, radiațiile IR trebuie, în cursul luării imaginilor, separate de alte radiații care le alterează efectul (în cazul de față ultravioletele și radiațiile vizibile). În acest sens filtrele selective sînt indispensabile.

Ținînd însă seama de aspectele extrem de interesante ale tehnici, s-a considerat că este util ca, alături de tratarea subiectului propriu-zis — filtrele — să se prezinte și o serie de aspecte privind mijloacele, modul de lucru și aplicațiile fotografiei în această zonă invizibilă a spectrului.

RADIAȚIILE INFRAROȘII

Situate în dreapta spectrului vizibil, radiațiile IR ocupă un domeniu al lungimilor de undă cuprins între sute și zeci de mii de nanometri.

Radiațiile IR pot fi divizate în patru benzi principale ale lungimilor de undă:

— Zona actinică, ce cuprinde partea din aceste radiații apropiate de zona roșie a spectrului vizibil și care sînt produse de corpurile incandescente

cum sînt soarele sau filamentul unui bec. Astfel de radiații pot fi reflectate sau transmise de către obiecte care nu sînt ele, însele, calde.

— Banda obiectelor foarte calde, ce cuprinde radiațiile emise de obiecte neincandescente cum este de exemplu un fier de călcat, avînd temperatura în jurul valorii de 400°C.

— Banda calorifică care grupează radiațiile emise de obiecte cu temperatură cuprinsă între 100 și 200°C (conducte de transport a vaporilor de apă, de exemplu).

— Banda caldă, conținînd radiații emise de corpul uman sau de către solul încălzit de soare.

Pe măsură ce regiunea IR se depărtează de spectrul vizibil, iar lungimile de undă cresc, posibilitatea de înregistrare fotografică scade. Doar regiunea apropiată de roșul vizibil este fotografic, actinică. Lungimile de undă cele mai mari înregistrabile pe cale fotografică ating 1 350 mm, dar pentru lucrările curente se utilizează regiunea cuprinsă între 760 și 900 nm. Materialele fotografice pentru lucrările IR curente sînt special concepute să înregistreze doar infraroșul apropiat. Dincolo de această bandă (dincolo de 900 nm), conservarea și utilizarea filmelor sînt foarte dificile deoarece chiar și căldura corpului uman sau cea a mediului ambiant, provoacă voalarea filmului.

EFECTUL WOOD

Efectul Wood are consecințe majore în aspectul și interpretarea imaginilor fotografice în IR și de aceea el trebuie menționat cînd se discută problemele fotografiei în acest domeniu spectral. El se referă la o anumită proprietate a clorofilei.

Plantele sînt verzi pentru că ele conțin clorofilă care reflectă radiațiile verzi. Spre deosebire de marea majoritate a substanțelor verzi, clorofila nu absoarbe lumina roșie ci dimpotrivă o reflectă sau o transmite împreună cu radiațiile infraroșii. Acest fenomen poartă denumirea de efectul Wood, efect care se află, după cum se va vedea mai departe, la baza multora dintre aplicațiile fotografiei în IR.

APARATURĂ ȘI MATERIALE

Pentru executarea fotografiilor în IR, trebuie să se dispună, în primul rînd, de filmele și filtrele necesare. Aparatura și tehnica de lucru sînt, cu puține excepții, ce vor fi menționate la locul potrivit, similare cu cele folosite la fotografia obișnuită.

De la bun început trebuie reținut că între fotografia IR alb-negru și cea color există o serie de diferențe de principiu privind tehnica de lucru și aspectul imaginii finale.

Astfel, în alb-negru se lucrează în sistemul negativ-pozitiv, la fotografiere se rețin de obicei majoritatea radiațiilor vizibile, iar imaginea, în consecință, este formată practic doar de radiațiile IR.

În color, se lucrează pe film reversibil, la fotografiere sînt reținute de obicei numai radiațiile albastre, iar imaginea este formată, în consecință, atît de către radiațiile IR, cît și de cele vizibile, verzi și roșii. În plus filmul color este astfel conceput, încît *verdele* subiectului original să fie redat prin culoarea *albastră, roșul* prin *verde* iar radiațiile *infraroșii* prin *roșu*. În funcție de proporția de verde, roșu și IR reflectată, sau transmisă de original, este posibil să se obțină un număr mult mai mare de alte culori decît cele 3 culori fundamentale. Această redare „falsă" a culorilor permite punerea în evidență a unor diferențe în reflexia sau transmisia IR de către zone ale subiectului, care vizual sînt similare.

Aparatele de luat vederi utilizate în mod obișnuit în fotografia clasică, pot servi fotografiei în IR. Singura condiție pe care acestea trebuie s-o în-

deplinească, este etanșeitatea față de radiațiile infraroșii. Pericolul voalării filmului poate proveni, de exemplu, de la obturator care, la unele modele mai vechi este alcătuit din cauciuc, iar la unele aparate de fabricație mai recentă, din materiale plastice*.

Pentru verificare, aparatul încărcat cu film virgin, este fixat pe un trepied și cu obturatorul închis se vizează și se efectuează punerea la puct pentru un bec aprins, plasat la circa 1 m distanță. Se „expune" astfel filmul fără declanșare, prin obturator, timp de 1 minut, cu diafragmă 8. Dacă, după developare, filmul din aparat nu prezintă nici-o urmă de voal, aparatul este apt pentru fotografia IR.

Obiectivele fotografice obișnuite sînt de asemenea apte pentru IR, cu o singură precizare: ele sînt corectate doar pentru radiațiile vizibile, astfel că va exista totdeauna o diferență între poziția de punere la punct IR și cea vizuală. Unele obiective de fabricație mai recentă sînt prevăzute cu un marcaj roșu pe scala de profunzime care indică o corecție medie pentru fotografierea în IR.

Sursele de „lumină" sînt lămpile cu incandescență folosite în domeniul vizibil, întrucît acestea emit și importante cantități de radiații IR.

În exterior, sursa de radiații IR este desigur soarele, însă proporția de IR care ajunge la sol, variază în funcție de stare de puritate a atmosferei, de plafonul de nori etc. Din acest motiv stabilirea expunerii ridică unele probleme, cea mai sigură cale fiind efectuarea unor încercări prealabile, de determinare a expunerii optime în condițiile date.

În interior, lămpile cu incandescență și lămpile fulger electronice îndeplinesc cu succes rolul de surse cu infraroșii. Se pot realiza fotografii spectaculoase a unor obiecte neincandescente dar foarte calde ($t = 400 — 500°C$) sau a unor obiecte radiate de acestea. Planșa 24 redă imaginea unor obiecte radiate de către două fiare de călcat.

Filmele destinate fotografiei în IR, cele mai răspîndite, sînt cele produse de firma Kodak. Astfel, pentru domeniul alb-negru este disponibil filmul Kodak Infrarouge Haute Sensibilité, a cărei caracteristică spectrală este reprezentată în fig. 22. Din alura curbei rezultă că filmul posedă o sensibilitate importantă pentru radiațiile roșii și infraroșii pînă la 900 nm, o sensibilitate redusă pentru zona verde dar puternică pentru radiațiile albastre. Această sensibilitate naturală pentru radiațiile cu lungime de undă mică este nedorită în fotografia IR și din acest motiv ea este contracarată, după cum se va vedea mai departe, printr-o filtrare corespunzătoare. Sensibilitatea filmului IR alb-negru este ridicată, dar valoarea ei practică variază în funcție de filtrul folosit și de condițiile de iluminare. Prospectul filmului indică o serie de valori de sensibilitate în funcție de filtrul folosit și de natura luminii (tabelul 19). Prelucrarea filmului se face într-un revelator Kodak D 76 obișnuit**.

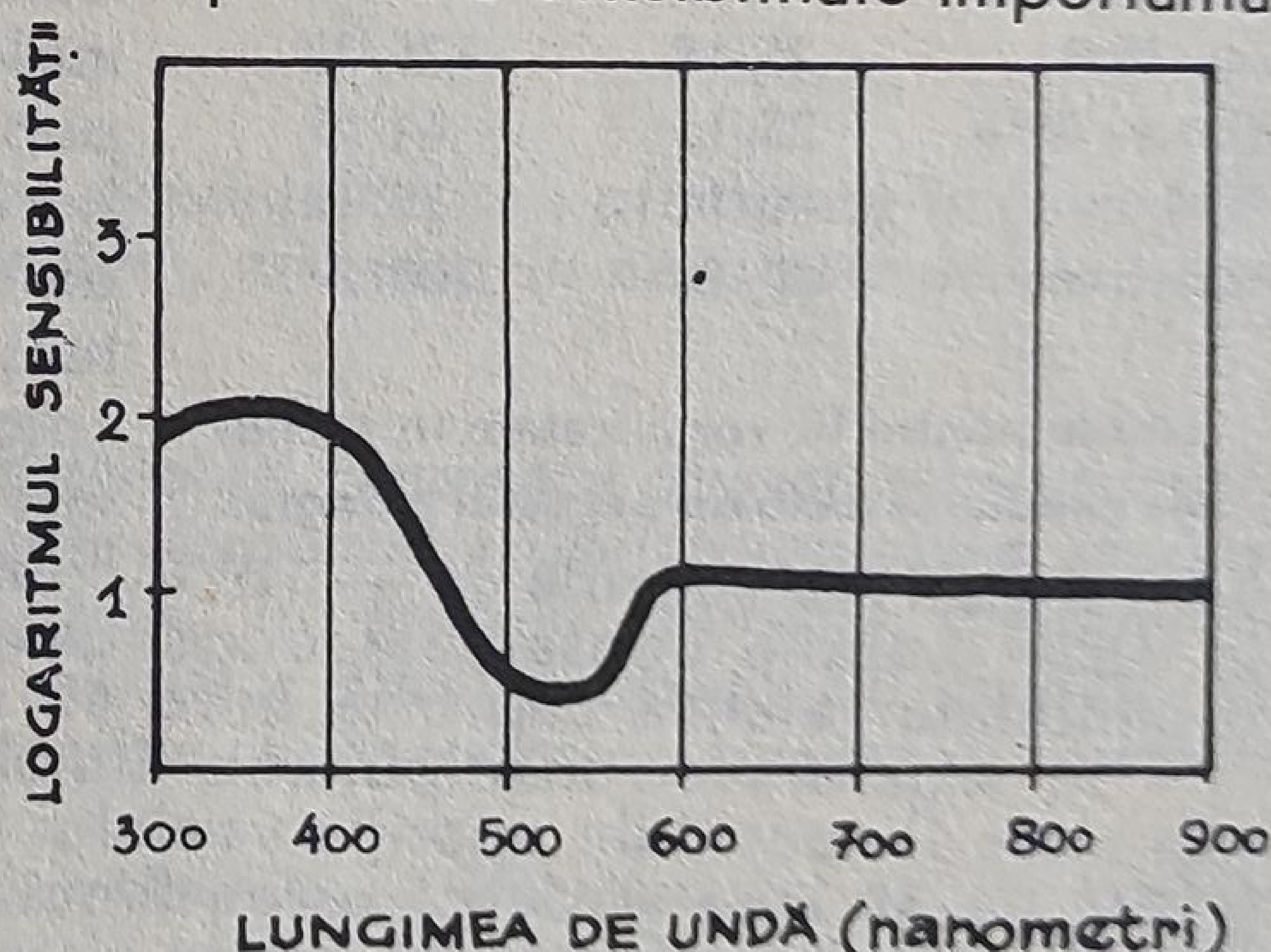


Fig. 22. Curba de sensibilitate spectrală a filmului IR.

Pentru fotografierea IR color, adesea denumită fotografie în culori false, este disponibil filmul reversibil Kodak Ektachrome IR. Cele trei straturi ale

* Cauciucul și o serie de materiale plastice transmit radiațiile infraroșii.

** Rețeta revelatorului D 76 conține la un litru de soluție, 2 g metol, 5 g hidrochinonă, 100 g sulfit de sodiu anhidru, 2 g borax.

filmului sînt sensibile la IR, la roșu și la verde. În plus, el posedă o sensibilitate naturală (ca orice material fotosensibil pe bază de halogenuri de argint) la albastru și ultraviolet. Pentru limitarea expunerii fiecărui strat la regiunea spectrală căreia îi este destinat, se utilizează totdeauna pe obiectiv un filtru care reține albastrul și ultravioletul, de obicei filtrul galben Wratten nr. 12. Formatorii de culoare sînt astfel aleși și dispuși în straturi încît, după developare reversibilă, verdele este tradus prin albastru, roșul prin verde, iar infraroșul prin roșu. Dacă se fotografiază cu un astfel de film, de exemplu, spectrul produs de o prismă pe un ecran, zona albastră (oprită de filtru) va fi reprodusă prin negru, zona verde prin albastru, zona roșie prin verde iar zona invizibilă, IR, prin roșu. Culorile își vor păstra ordinea din spectru, dar, în reproducere vor fi decalate cu o treime de spectru în direcția lungimilor de undă mari. La fotografierea elementelor naturale vor apărea o serie de modificări ale culorilor, utile, după cum se va vedea mai departe, fie obținerii unor date științifice, fie realizării unor fotografii bizare dar atractive. Iată cîteva exemple, de redare modificată a culorilor unor elemente naturale: frunzișul verde sănătos este redat prin roșu,cel bolnav prin albastru sau verde, coniferele sînt redate prin purpuriu închis, trandafirii roșii devin galbeni etc. Prelucrarea filmului IR Ektachrome se efectuează în conformitate cu prescripțiile tratamentului Kodak E 6.

Tabelul 19

Efectul filtrelor pentru fotografia în IR asupra sensibilității filmului

Filtru*	Sensibilitate Lumină de zi ASA/DIN	Lumină artificială ASA/DIN
25, 29, 70 sau 89 B	25/18	125/22
87 sau 88 A	25/15	64/19
87 C	10/11	25/15
Fără filtru	80/20	200/24

* Filtrele pentru IR vor fi tratate în secțiunea imediat următoare a acestui paragraf.

Păstrarea filmelor IR alb-negru și color la temperaturi ridicate sau în condiții de umiditate ridicată le provoacă o pierdere de sensibilitate și apariția voalului. Din acest motiv, aceste filme trebuie păstrate la temperaturi scăzute. Filmul alb-negru trebuie păstrat la o temperatură egală sau inferioară valorii de 13° C în ambalajul său sigilat, de origine. Dacă filmul este conservat într-un frigider trebuie scos în mediul ambiant cu o oră înainte de desfacerea ambalajului. În principiu filmele trebuie developate imediat după expunere. Dacă există un interval de timp între expunere și developare, filmul trebuie de asemenea menținut la o temperatură scăzută, de regulă, sub 4° C. Filmul color cere condiții de păstrare mult mai stricte și anume, în congelator, la temperaturi mai scăzute de — 18° C. Filmele negative alb-negru și diapozitivele color trebuie conservate după developare la temperaturi sub 18° C și o umiditate relativă cuprinsă între 40 și 50%.

În legătură cu manipularea filmelor, trebuie precizat că pericolul cel mai mare îl constituie apariția voalului în cazul nerespectării anumitor reguli. Astfel, încărcarea și descărcarea filmului din aparat trebuie efectuată în întuneric complet deoarece casetele în care materialul fotosensibil este ambalat prezintă o anumită transparență pentru radiațiile IR. De asemenea, trebuie ca avansul filmului în aparat ca și tragerea sa înapoi să se facă lent. Acționarea bruscă a comenzilor de transport al filmului poate provoca acumularea de electricitate statică pe film, care prin descărcare produce voalarea acestuia.

Filtrele sînt indispensabile fotografiei în IR. Aceasta, deoarece filmele IR sînt sensibile nu numai la radiațiile „interesante" pentru scopul urmărit, cele IR, ci și la cele albastre, acestea din urmă trebuind să fie reținute printr-o filtrare adecvată.

Pentru *fotografia alb-negru* se utilizează filtre colorate roșii sau portocalii dintre cele utilizate pentru fotografia alb-negru obișnuită (v. Cap. VI) și filtre

speciale pentru IR, opace vizual. Filtrele propuse de firma Kodak sînt cuprinse în tabelul 20, unde este cuprinsă şi precizarea zonelor spectrale pentru care acestea sînt transparente. Curbele de absorbţie ale filtrelor opace sînt prezentate în fig. 23.

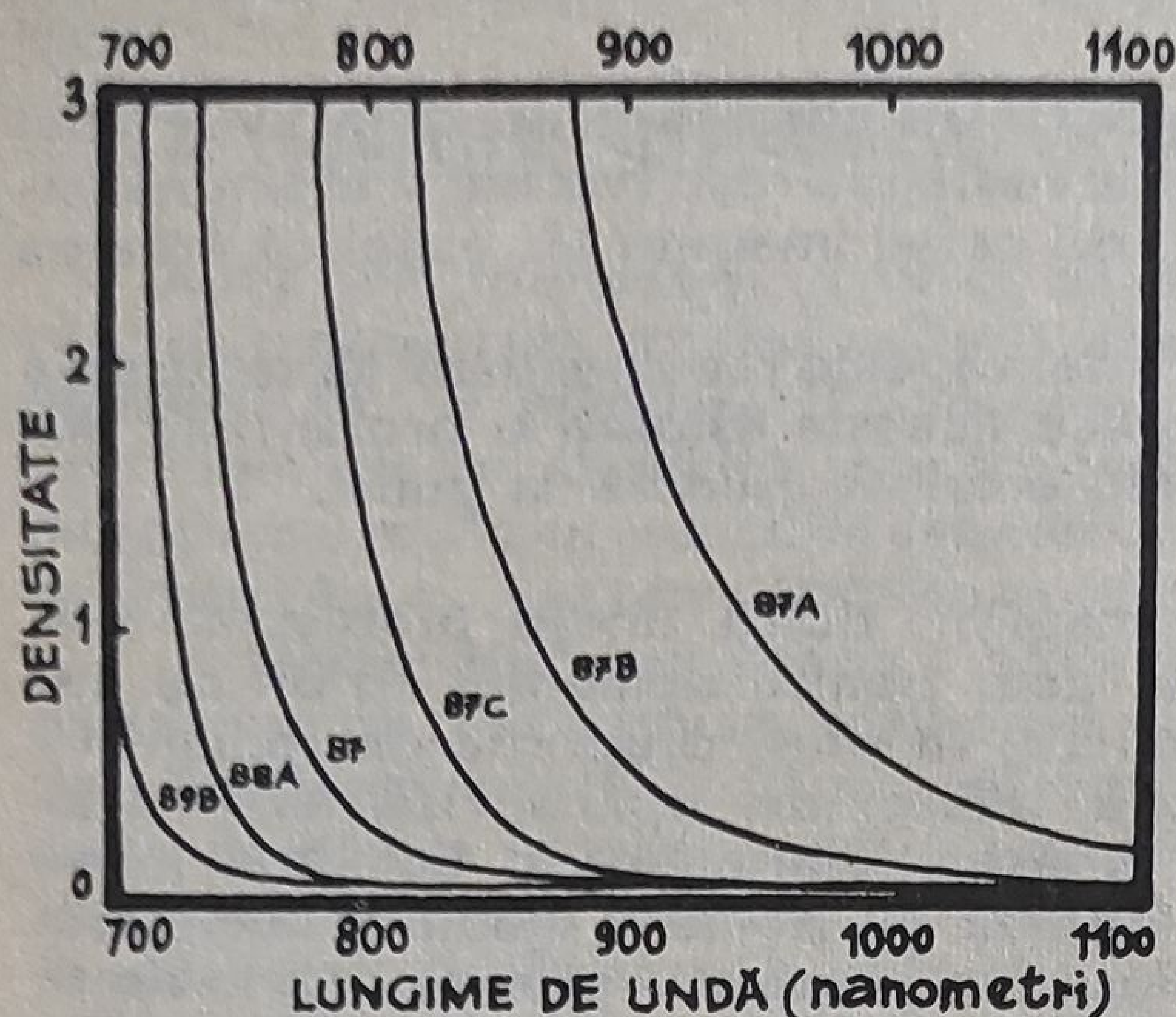


Fig. 23. Curbe de absorbţie a filtrelor pentru fotografie în IR.

Tabelul 20

Filtrele Kodak recomandate pentru fotografia în IR

Filtrul Kodak nr.	Transmite spre zona cu lungimi de undă mari, începînd de la
25	580 nm
29	610 nm
70	600 nm
89 B	690 nm
88 A	740 nm
87	750 nm
87 C	800 nm

Alegerea unuia sau altuia dintre filtre depinde de zona spectrală de lucru în care se consideră că reflexia sau transmisia radiaţiilor IR pot releva, prin diferenţele care apar, informaţii utile despre obiectul de studiu.

Pentru fotografia IR color se utilizează de regulă filtrul galben Kodak Wratten nr. 12, care absoarbe integral radiaţiile UV şi albastre. Se pot utiliza şi alte filtre colorate care absorb radiaţiile cu lungimi de undă mici, caz în care se obţine o mare varietate de redări false ale culorilor, utilă atît pentru ştiinţă şi tehnică, cît şi pentru obţinerea unor efecte artistice.

TEHNICA DE LUCRU

Tehnica de lucru, similară în multe privinţe cu cea practicată în fotografia de uz curent, prezintă unele particularităţi, mai ales în cazul punerii la punct şi a stabilirii expunerii.

Punerea la punct

Punerea la punct ridică anumite probleme, deoarece obiectivele fotografice obişnuite, fiind corectate numai pentru domeniul vizibil, formează o imagine IR clară, la o punere la punct vizuală, în spatele planului filmului. În plus, la fotografia a/n, prezenţa de regulă a filtrelor opace pe obiectiv (la lucrările în exterior) sau pe sursă (în interior sau în exterior, noaptea), complică în mod suplimentar această operaţie.

Problema devine mai simplă cînd obiectivul întrebuinţat este prevăzut cu un marcaj special (de obicei roşu), pe inelul de profunzime. În acest caz, iniţial se execută punerea la punct vizuală fără filtru pe obiectiv sau pe sursă, apoi inelul distanţelor se deplasează pînă cînd distanţa stabilită ajunge în dreptul marcajului roşu. Această „dereglare" a punerii la punct vizuale echivalează cu o distanţare suplimentară a obiectivului, ceea ce asigură claritatea imaginii IR în planul filmului.

Cînd aparatul nu este de tip reflex, se lucrează relativ mai uşor, întrucît vizarea nu este afectată de prezenţa filtrelor pe obiectiv.

În lipsa marcajului roşu pe inelul distanţelor, punerea la punct se poate executa în două variante:

— după obţinerea imaginii clare în vizor, se retrage aparatul cu distanţa rezultată din împărţirea distanţei film-obiect, în m, la 400 ceea ce înseamnă

că, de exemplu, la o distanță film-obiect de 5 m, aparatul trebuie retras, după punerea la punct vizuală, cu

$$5 \text{ m} \times \frac{1}{400} = 0{,}0125 \text{ m} = 1{,}25 \text{ cm};$$

— se efectuează punerea la punct cu un filtru roșu pe obiectiv. Planul în care se formează imaginea alcătuită de radiațiile roșii (vecine și asemănătoare cu cele IR) este destul de apropiat de cel al imaginii IR, astfel că eroarea de punere la punct scade.

Indiferent de felul în care se procedează, este recomandabil să se lucreze cu o diafragmă cît mai închisă, deoarece aceasta asigură o profunzime mai mare care poate compensa eventualele erori de punere la punct.

Stabilirea expunerii

Și acest reglaj prealabil luării imaginii, ridică unele probleme. Astfel, exponometrele care sînt etalonate doar pentru domeniul vizibil nu pot servi la măsurarea cantității de radiații IR. În plus, proporția de radiații IR variază cu natura sursei care le emite, alături de lumina vizibilă. În sfîrșit, sensibilitatea practică a filmelor IR este determinată și de filtrul întrebuințat. Din acest motiv, expunerea optimă nu poate fi stabilită decît prin expuneri de probă prealabile. Ca valori de începere a probelor se folosesc valorile orientative recomandate de producătorii de peliculă (tabelul 21)*.

Tabelul 21

Recomandări pentru expunere în funcție de condițiile atmosferice în cazul fotografiei în IR în exterior

Condițiile atmosferice	Valori orientative de expunere: Film a/n (filtru nr. 29) timp	diafragmă	Film color Filtru nr. 12 timp	diafragmă
Soare direct	1/60	f/16	1/125	f/16
Ceață subțire	1/30	f/16	1/125	f/11
Plafon noros subțire	1/30	f/11	1/60	f/11*
Plafon noros gros	1/15	f/8	1/30	f/8*
Furtună, nori negri	1/8	f/5,6	1/15	f/5,6*

* În astfel de cazuri sînt necesare și filtre de compensare CC 10 M, CC 20 M.

Pentru filmele IR, alb-negru se recomandă, în cazul lucrărilor de interior (în condițiile iluminării subiectelor cu două lămpi de 500 W, plasate la 45° față de axul obiectivului, la un timp de expunere de 1/30 s, avînd un filtru Kodak Wratten nr. 25 pe obiectiv) următoarele valori de diafragmă:

Distanță lampă-subiect:	0,90 m	1,4 m	2,0 m
Diafragmă:	11	8	5,6

În fine, se poate ține seama la stabilirea expunerii de valorile orientative de sensibilitate menționate de firmă în prospectul filmului IR (v. tabelul

* Pentru fotografia aeriană, expunerea trebuie mărită, datorită absorbției exercitate de stratul de aer aflat între subiect și aparat.

19) pentru lumină naturală și artificială de incandescență, în funcție de filtru aflat pe obiectiv. În acest caz, parametrii de expunere se determină măsurînd lumina vizibilă, exponometric. Această metodă poate însă furniza erori mari, deoarece cantitatea de radiații IR emisă de diferite surse este extrem de variabilă, neaflîndu-se într-un raport constant cu cantitatea de lumină vizibilă.

APLICAȚIILE FOTOGRAFIEI ÎN IR

Aplicațiile fotografiei în IR se bazează pe diferențierea elementelor subiectului, după cum acestea reflectă, transmit sau emit mai mult sau mai puțin radiațiile IR. În imaginea IR alb-negru, prezența radiațiilor IR este redată prin tonuri de gri deschise, ajungîndu-se la alb, iar în cea color prin nuanțe de roșu mai mult sau mai puțin saturate. În consecință fotografia IR în exterior, de exemplu, va prezenta următoarele particularități:

— elementele care conțin clorofilă (frunze, iarbă, alge etc.) sînt redate prin tonuri de gri deschise, luminoase, chiar prin alb, ca și cînd ar fi acoperite de zăpadă (planșa 25), și prin diferite nuanțe de roșu în color*. Din acest motiv obiectele vopsite în verde, dar netratate să reflecte puternic radiațiile IR, aflate în zonele naturale, se detașează net de acestea fiind redate negre în alb-negru și albastre, în color;

— cerul albastru, care nu emite radiații IR, este redat cenușiu închis în alb-negru (planșa 25) și albastru închis, în color**. (v. planșa 26);

— suprafețele de apă sînt redate prin zone negre atît în alb-negru cît și în color*** (planșa 27). În color, dacă acestea reflectă cerul, pot apărea albastre.

— elementele peisajelor îndepărtate, ale căror detalii apar estompate în fotografia obișnuită, sînt redate cu claritate****

Pentru fotografii amatori și profesioniști, redarea elementelor naturii cu ajutorul fotografiei în IR, în modul descris mai sus, poate servi ca bază de realizare a unor fotografii artistice a/n sau color de o rară frumusețe. Dar marele rol pe care îl îndeplinește fotografia în IR este acela de studiu și cercetare în știință și tehnică.

Fotografia pentru scopuri de cercetare în exterior se realizează de obicei de la înălțime (fotografia aeriană) din avion, helicopter, balon etc., furnizînd numeroase informații despre ținutul studiat. Iată cîteva exemple:

— întocmirea hărților, fiind posibilă chiar trasarea cursurilor de apă ascunse în junglă, datorită faptului că arborii riverani au altă reflexie în IR decît cei depărtați de cursul apei;

— diferențierea foioaselor (redate prin tonuri de gri sau de roșu mai deschise) de conifere (care apar mai închise);

— diferențierea pomilor fructiferi în livezi. În fotografia IR color, de exemplu, părul este redat prin roșu, nucul prin brun roșcat iar migdalul prin roz;

— scoaterea în evidență a arborilor bolnavi (redați prin verde sau albastru) de cei sănătoși (redați prin nuanțe de roșu);

— diferențierea zonelor umede (tonuri închise) de cele secetoase (tonuri deschise);

* v. cap. IX. 2.2. Efectul Wood.

** Redarea cerului printr-un albastru aproape natural de către fotografia în culori false se explică prin faptul că lumina emisă de cerul senin conține și o oarecare cantitate de radiații verzi, care impresionînd filmul, sînt redate prin culoarea albastră.

*** Apa absoarbe puternic radiațiile IR.

**** Claritatea peisajelor îndepărtate se datorește faptului că, pe de o parte radiațiile IR sînt mai puțin difuzate de atmosferă decît cele albastre și UV, care afectează claritatea în fotografia obișnuită. Pe de altă parte pentru că raportul dintre luminanța subiectului și cea a atmosferei este în general mărită, cînd detaliile acestuia reflectă puternic radiațiile IR.

— studiul structurii solului, calcarul avînd, de exemplu, o reflexie IR diferită de cea a şisturilor cristaline (tonuri închise);

— diferenţierea cursurilor de ape limpezi (tonuri închise) de cele aluvionare, nămoloase (tonuri mai deschise).

În cadrul aplicaţiilor fotografiei IR în exterior, la nivelul solului, se aminteşte studiul comportării vieţuitoarelor de noapte (a liliecilor de exemplu).

În sfîrşit, iată doar cîteva dintre numeroasele aplicaţii ale fotografiei IR în interior:

— textul unui document care a devenit ilizibil datorită focului, vechimii, murdăriei, supratipăririi, decolorării chimice sau ştergerii pe cale mecanică, poate redeveni vizibil prin reproducerea documentului pe film IR. Aceasta, deoarece, în multe cazuri, radiaţiile IR „simt" vechiul text, ale cărui urme, invizibile ochiului, reflectă aceste radiaţii altfel decît suportul documentului sau cerneala noului text;

— în determinarea autenticităţii tablourilor, fotografia IR ocupă un loc important alături de metodele chimice şi de înregistrarea fotografică în UV sau cu raze Rontgen. Aceasta deoarece pigmenţii utilizaţi în pictură sînt diferenţiabili prin modul în care reflectă radiaţiile IR, chiar dacă par a avea vizual o culoare identică. Deci, cu ajutorul fotografiei în IR se poate detecta o pictură acoperită cu o alta şi se poate distinge un original de o copie;

— în industria textilă se pot determina proprietăţile calorice ale stofelor. Se procedează astfel: stofa este plasată între sursa de radiaţii IR şi aparatul de fotografiat încărcat cu material fotosensibil IR. Dacă după fotografiere şi developare materialul fotosensibil prezintă o înnegrire redusă, aceasta arată că materialul textil absoarbe mult radiaţiile IR, deci este „călduros". Există şi materiale textile „reci", de obicei cele alcătuite în întregime din fibre artificiale. Pentru aceasta „fotogafia" în IR prezintă fotograme puternic înnegrite;

— studierea organismului diferitelor insecte este posibilă fără sacrificarea acestora, prin macrofotografiere în IR, deoarece chitina din care este alcătuit învelişul lor de protecţie este complet transparent pentru radiaţiile IR.

X

Filtre și accesorii optice pentru efecte speciale*

După o lungă perioadă în care lumea fotografilor și a cineaștilor s-a străduit să obțină imagini cît mai fidele realității, în ultimul timp a devenit din ce în ce mai vizibilă tendința, atît a profesioniștilor cît și a amatorilor din aceste domenii, ca, prin intermediul așa numitelor „efecte speciale", să deformeze, să transforme, să completeze realitatea, punîndu-și astfel în valoare, prin imaginile realizate, posibilitățile lor creatoare.

Dacă într-o primă etapă, unii fotografi sau cineaști ingenioși și îndemînatici au conceput și realizat, ei înșiși, filtrele și accesoriile optice necesare exprimării creativității lor, acum numeroase întreprinderi specializate oferă un larg sortiment de astfel de produse**. Mai trebuie adăugat că această industrie s-a dezvoltat rapid și datorită solicitărilor autorilor emisiunilor TV de varietăți, dornici ca acestea să apară telespectatorului cît mai spectaculoase.

În vederea clasificării și prezentării produselor ce constituie subiectul acestui capitol, într-o manieră cît mai ordonată și deci mai clară, trebuie de la bun început stabilită o distincție între:

— filtrele și accesoriile optice care modifică claritatea, contrastul și structura geometrică a imaginii și

— filtrele și accesoriile care modifică culoarea imaginii.

Există, desigur, și filtre (sau lentile) care îndeplinesc simultan funcții care aparțin ambelor categorii. Acestea vor fi menționate, după caz, în paragraful corespunzător acțiunii lor cu pondere mai mare.

1. FILTRE (LENTILE) CARE MODIFICĂ CLARITATEA, CONTRASTUL ȘI STRUCTURA GEOMETRICĂ A IMAGINII

Filtrele (lentilele) din această grupă se utilizează atît în fotografia alb-negru cît și în cea color.

La rîndul lor, ele pot fi divizate în:

* Din dorința de a se oferi celor interesați informații cît mai numeroase asupra modului de realizare a efectelor speciale în faza captării imaginii, în acest capitol au fost tratate nu numai filtrele propriu-zise, ci și alte accesorii optice (lentile, prisme etc.) cu „efect special" asupra imaginii.

** Dintre firmele mai importante menționăm Tiffen (SUA), Hoya (Japonia), Heliopan, B + W, Gottinger (RFG), Cokin (Franța) etc.

— filtre care modifică claritatea sau contrastul imaginii, sau simultan pe ambele;

— lentile care modifică structura geometrică a imaginii.

FILTRE CARE MODIFICĂ CLARITATEA ȘI CONTRASTUL IMAGINII

De la bun început, trebuie arătat că intervenția asupra imaginii în sensul estompării contururilor, spre deosebire de restul efectelor speciale, nu este un efect de dată recentă. Astfel producerea unor imagini cu contururi difuze, vaporoase se practică din primii ani ai fotografiei. Mai apoi în cinematografia anilor '30, sub dubla influență a fotografiei și a curentului impresionist din artă, portretul și în special cel feminin, a fost tratat în această manieră vaporoasă, romantică, de vis.

Acum, după o perioadă de imagine „naturalistă", moda „retro" impune repunerea în drepturi a accesoriilor optice din categoria difuzoarelor de lumină.

Spațiul limitat care poate fi acordat acestui grup de filtre nu face posibilă intrarea în detalii de optică geometrică ce explică relația de cauzalitate, structură, efect al acestora. Din acest motiv ne vom mărgini la descrierea lor sumară și unde va fi posibil, la ilustrarea efectului pe care îl produc.

În literatura de specialitate și în prospectele diferitelor firme producătoare, denumirile filtrelor care produc o difuzie, împrăștiere a razelor de lumină, sînt destul de variate și pot duce la unele confuzii. Din acest motiv, clasificarea ce va fi propusă mai jos se va baza pe denumirile și descrierile filtrelor produse de firma Tiffen, al cărui prestigiu în lumea producătorilor de imagini pe hîrtie sau film este de necontestat.

În consecință, în cele ce urmează se va vorbi despre:
— filtre de difuzie;
— filtre de reducere a contrastului;
— filtre pentru efectul de ceață.

Filtre de difuzie

Filtrele de difuzie propriu-zise moderne sînt constituite dintr-o lamă de sticlă optică la care pe una dintre suprafețe sînt formate prin procedee fizice (gravare cu diamantul) sau chimice (atacare acidă selectivă a sticlei) proeminențe sau mai degrabă depresiuni (de obicei sub forma unor elemente concentrice sau spiralate) care provoacă abaterea moderată a razelor de lumină din calea lor inițială.

Aceste filtre sînt produse în diferite „densități", în funcție de care efectul lor de difuzie este mai redus sau mai puternic. Efectul de difuzie pentru un anumit filtru crește odată cu deschiderea diafragmei obiectivului. Estomparea contururilor nu este însoțită de o modificare a contrastului imaginii.

Aplicația principală a filtrelor de difuzie este „îndulcirea", „idealizarea" portretelor, în special feminine, ca și „întinerirea" persoanelor fotografiate, prin atenuarea ridurilor și a altor defecte ale epidermei figurii acestora. Planșa 28 permite observarea efectului unui filtru de difuzie.

Se produc variante ale filtrelor de difuzie, în sensul că acțiunea acestora se produce doar asupra unei părți din imagine. Astfel există filtre de difuzie care prezintă o suprafață centrală circulară clară sau filtre de difuzie la care efectul se manifestă doar pe jumătate din suprafața acestora.

Filtrele de difuzie cu centru transparent sînt prevăzute, după cum le arată și numele, în centru cu o porțiune circulară plan paralelă, cu suprafețe

lustruite ireproșabil care nu are nici o influență în această zonă asupra imaginii. În afara acestei zone imaginea este difuzată. În felul acesta, plasîndu-se în mod corespunzător centrul de interes, astfel încît să corespundă porțiunii clare a filtrului, el poate fi detașat de restul imaginii redate difuz. O variantă destul de frecvent folosită a acestor filtre o constituie filtrele care au în centrul suprafeței lor nu o porțiune perfect clară ci pur și simplu o deschidere circulară prin care fascicolul de lumină trece nemodificat. Asfel de filtre vor fi întîlnite și în paragraful ce tratează filtrele care modifică culorile imaginii. Filtrele de difuzie cu centru transparent prezintă partea difuzantă colorată în diferite nuanțe.

Filtrele de difuzie „parțiale" produc efectul de difuzie în „degradé" sau cu trecere bruscă și permit estomparea contururilor și a detaliilor doar pe o anumită porțiune din cadru ce va fi separată de rest (de obicei care trebuie scos în evidență) de o linie (bandă) de trecere de la „clar" la „difuz".

Difuzia poate fi obținută și prin plasarea în fața obiectivului a unor rețele fine. Firma Tiffen produce, de exemplu, filtre denumite „softnet" (rețea-moale) constituie dintr-o rețea fină avînd culorile alb, negru, culoarea pielii etc., laminată între două lame de sticlă plan-paralele. Acestea produc o difuzie însoțită de colorarea întregului cadru (în cazul rețelelor colorate) sau de estompare a culorilor, de deschidere a tonurilor închise (în cazul rețelelor de culoare albă).

Filtrele de difuzie cu efect de stea (filtre Star, Kreutz etc.) prezintă gravări ale suprafeței sub forma unor linii paralele mai fine sau mai groase, mai apropiate sau mai depărtate, intersectate sub diferite unghiuri. În afara efectului de difuzie propriu-zis, secundar în acest caz, aceste filtre formează în „nodurile" rețelei gravate, pentru fiecare din punctele de strălucire mare din cadru (surse de lumină sau reflexe ale acestora în apă, metale sau pietre prețioase), „stele" ale căror brațe urmăresc, prin poziția lor, liniile „de fugă" ale luminii de-a lungul „șanțurilor" rețelei. Ca urmare, la rotirea unui astfel de filtru plasat pe obiectiv, brațele stelelor formate se vor deplasa în mod corespunzător în jurul punctelor în care sînt formate.

După cum, prin unul dintre punctele filtrului care corespunde unei străluciri maxime, trec una sau mai multe linii ale rețelei gravate, se pot obține următoarele tipuri de stele* (fig. 24):

— o stea cu două brațe pentru un singur grup de linii paralele;

— o stea cu 4 brațe pentru linii paralele intersectate sub un unghi de 90°;

— stea cu 6 brațe pentru trei grupuri de linii paralele intersectate sub un unghi de 60°;

— o stea cu 8 brațe pentru patru grupuri de linii paralele intersectate sub un unghi de 45° etc.

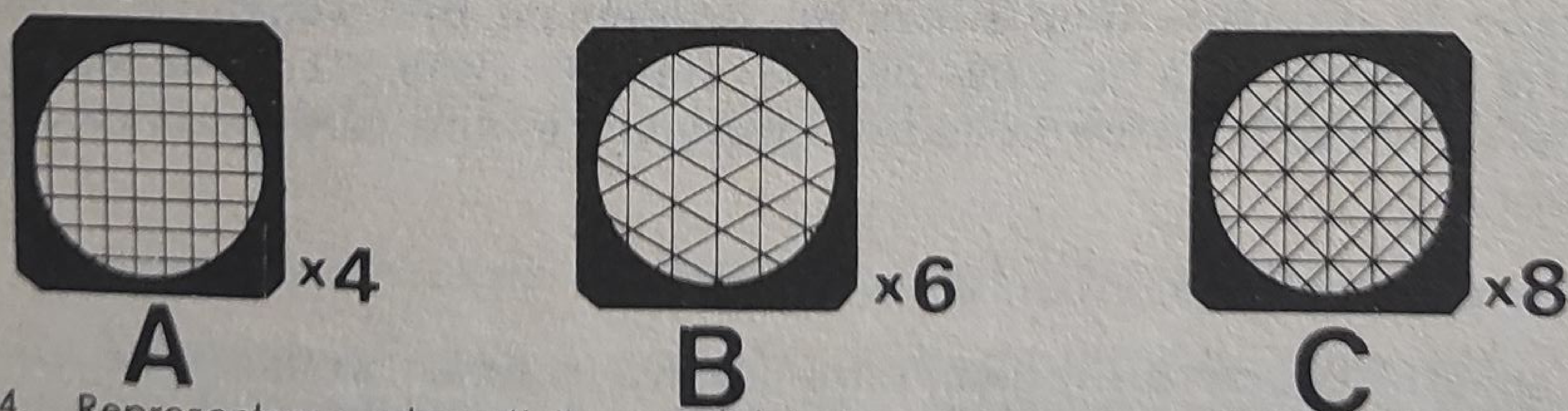


Fig. 24. Reprezentarea schematică a modului de gravare a suprafețelor filtrelor stea × 4, × 6, × 8.

* În prospectele filtrelor acestea sînt identificabile prin denumirea star, kreutz etc. urmată de semnul înmulțirii și de un număr indicînd numărul de brațe al stelei.

Deoarece, la gravare, în punctele de intersecție a mai mult de două șanțuri (cum este cazul filtrelor stea, × 6 și × 8) există pericolul deteriorării suprafeței gravate (din care pot sări „așchii"), se ocolește acest inconvenient în unul dintre următoarele moduri:

— se decalează ușor gravarea celei de a treia linii care, deși nu mai trece exact prin punctul de intersecție al primelor două, creează totuși un efect de stea × 6, satisfăcător;

— se gravează o parte din linii pe una dintre fețele filtrului iar restul care urmează să mărească numărul de linii ce trec prin nodurile rețelei, pe cealaltă suprafață. De exemplu filtrul stea × 8, se poate obține gravînd pe fiecare dintre cele două fețe ale sale cîte o rețea tip stea × 4, cu un decalaj de 45° între ele;

— se cuplează două filtre într-o montură comună: un filtru × 2 cu un filtru × 4, de exemplu.

Această ultimă modalitate trebuie de regulă evitată, deoarece efectul de difuzie al celor două filtre poate deveni exagerat.

Efectele obținute cu filtrele stea variază în funcție de o serie de factori, după cum urmează:

— cu cît gravura este mai fină, cu atît stelele sînt mai mici și mai numeroase iar difuzia este mai puternică;

— cu cît sursele de lumină, creatoare de scintilație, sînt mai apropiate de obiectiv, cu atît efectul este mai accentuat;

— cu cît fondul este mai închis, cu atît efectul este mai evident. Din acest motiv, filtrele stea se utilizează adesea în combinație cu filtre „în degradé", avînd partea mai densă plasată în porțiunea din cadru în care se află sursa „autoare" de stele;

— valorile optime de diafragmă sînt cuprinse între 4 și 8.

La o deschidere mai mare, difuzia crește, iar la o diafragmă mai închisă, stelele tind să dispară;

— dacă obiectivul are o distanță focală lungă, lățimea brațelor stelei devine uneori atît de însemnată, încît poate acoperi părți importante ale restului imaginii. Dimpotrivă, dacă obiectivul are o distanță focală scurtă și în plus este și puternic diafragmat, este posibil ca în vizor și deci și pe film, să apară desenul gravurii filtrului.

Figura 25 cuprinde un exemplu de efect al filtrelor stea × 6.

Datorită efectului lor difuzant, filtrele stea se pot întrebuința pentru realizarea unor prim planuri agreabile. După unii autori însă, trebuie avut grijă de modul de plasare a filtrului în privința direcțiilor liniilor rețelei. Aceasta deoarece filtrele difuzante tip stea, au tendința de a lărgi conturul obiectului fotografiat, pe direcțiile liniilor rețelei. Figura umană, cu forma sa ovoidă suferă cel mai puțin de această deformare dacă, de pildă, filtrul stea × 4 nu este plasat ca în fig. 26, A, ci ca în desenul B, în care liniile rețelei sînt plasate în direcțiile tîmplă-maxilar, desemnate prin săgeți.

Există și filtre stea la care brațele stelelor capătă culorile curcubeului, dar acestea vor fi tratate în cadrul grupului de filtre care modifică culorile subiectului.

Filtre care atenuează contrastul imaginii

În această grupă distingem filtre pentru contrast scăzut (low contrast filters) și filtre pentru contrast moale (soft contrast filters)*

* Acestea nu trebuie confundate cu filtrele denumite „soft focus" care denumesc filtrele de difuzie obișnuite.

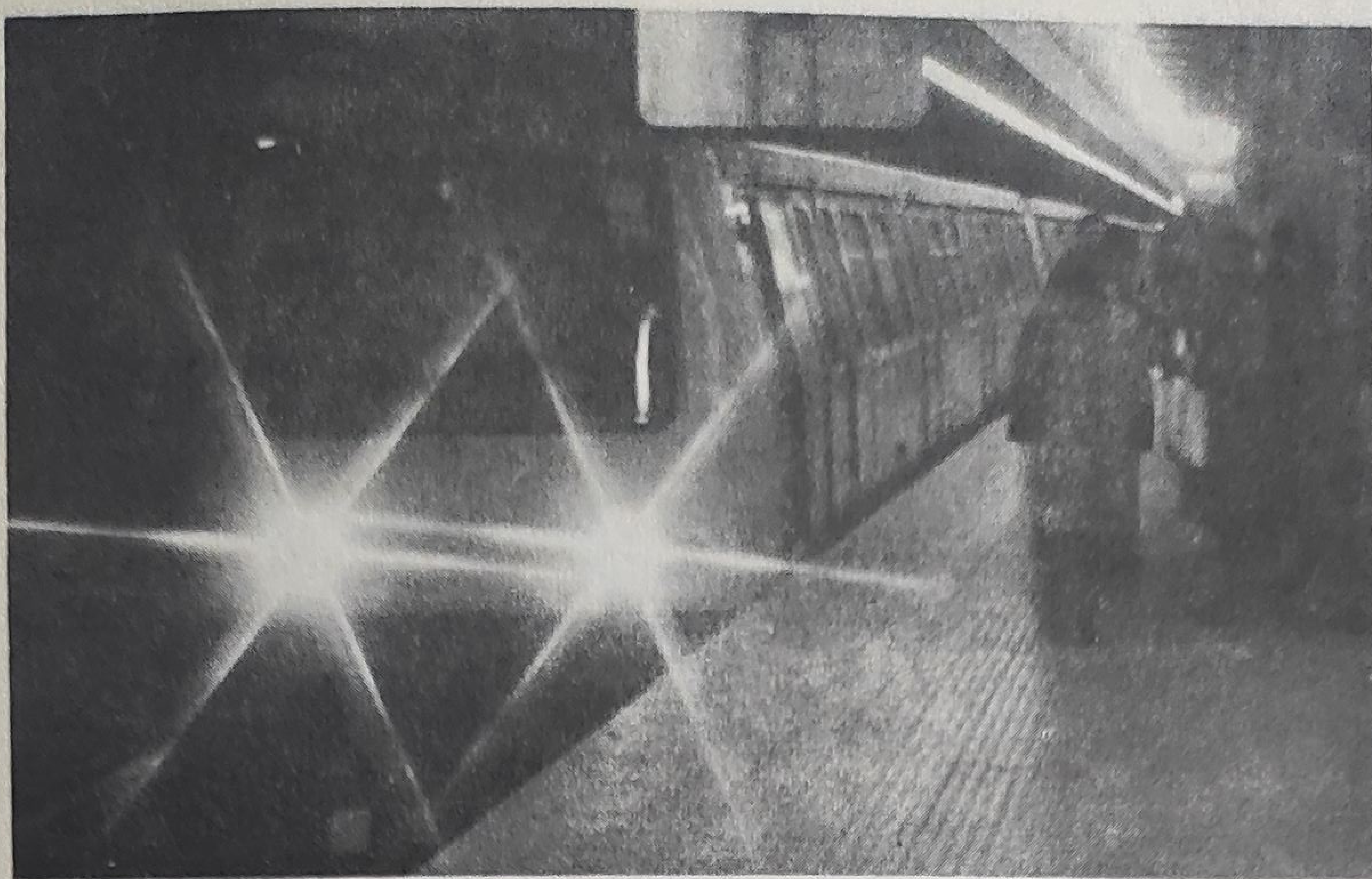


Fig. 25. Efectul unui filtru stea × 6.

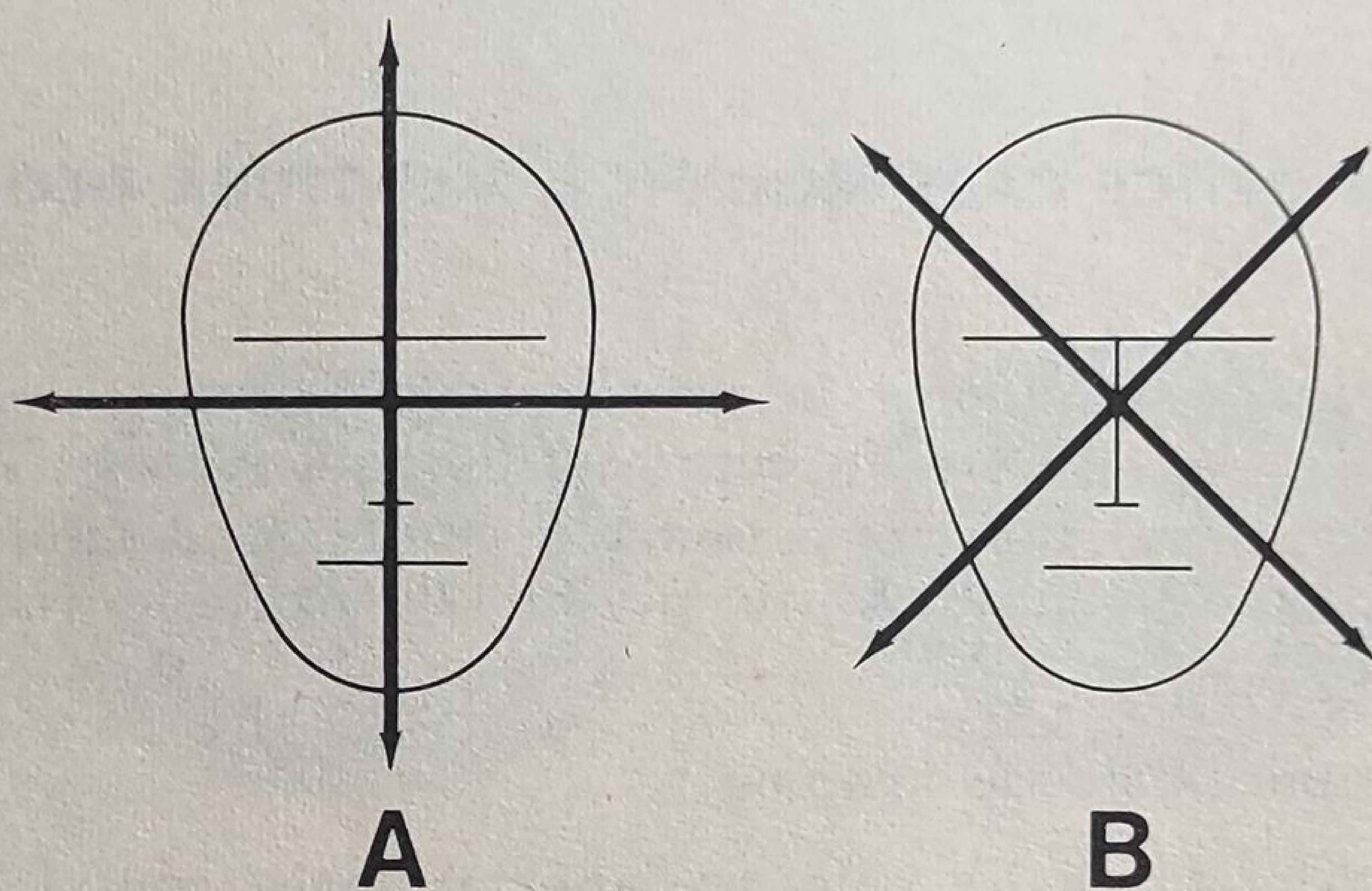


Fig. 26. Reprezentarea schematică a modului de poziționare corectă, nedeformantă, a unui filtru stea, cînd se urmărește efectul său de difuzie asupra unui portret.

Aceste filtre afectează în mică măsură claritatea imaginii, dar reduc raportul de străluciri între *luminile* și *umbrele* subiectului. Filtrele „low contrast" sînt alcătuite dintr-un material special, distribuit între două lame de sticlă optică. Ele au drept efect redistribuirea luminii din zona umbrelor subiectului, luminile subiectului rămînînd neafectate. În acest mod, umbrele devin mai „luminoase", punînd în evidență detalii suplimentare. Se produce, de asemenea, o scădere a saturației culorilor foarte intense.

Filtrele „soft contrast" produc prin structura lor o reducere a contrastului, pe baza scăderii strălucirii „luminilor" în timp ce umbrele rămîn neafectate.

Filtre pentru simularea efectului de ceață (Fog filters)

După cum le definește și numele, astfel de filtre au drept efect crearea în imaginea fotografică a unei atmosfere încețoșate pentru subiecte aflate în realitate într-o ambianță normală, clară (v. planșa 29). În funcție de densitatea lor, efectul poate fi gradat, începînd de la o pîclă ușoară și ajungînd

pînă la o ceață densă. Ele se realizează prin mătuirea mai fină sau mai grosieră a uneia dintre suprafețe, pe cale mecanică sau chimică, sau prin înglobarea între două lamele de sticlă a unui material cu proprietăți speciale.

Filtrele „fog" obișnuite prezintă două efecte:

— efectul de ceață este vizibil și egal, din prim plan pînă în planul îndepărtat, în vreme ce, ceața reală apare din ce în ce mai cu „efect" asupra peisajului, pe măsură ce elementele acestuia sînt mai îndepărtate. Acest neajuns poate fi remediat prin întrebuințarea unor filtre de ceață în „degradé", plasate astfel încît partea mai „densă" a filtrului să corespundă planurilor îndepărtate ale subiectului;

— aceste filtre tind să perturbe echilibrul culorilor subiectului, conferind subiectului culoarea dominantă a sursei de lumină.

Efectele optime ale filtrelor de ceață se obțin practicînd o diafragmă deschisă, la subiecte cu suprafețe bine luminate cu o lumină difuză, fără umbre aspre. Filtrele „fog" produc și o scădere a contrastului și o desaturare a culorilor.

Cînd se dorește obținerea simultană a ceței și a scăderii mai evidente a contrastului, se pot utiliza așa-numitele „Double fog filters" care reprezintă o combinație între un filtru de ceață și unul pentru contrast scăzut.

ACCESORII OPTICE CARE MODIFICĂ STRUCTURA GEOMETRICĂ A IMAGINII

Această grupă este formată în principal din prismele multiplicatoare de imagine. Alături de acestea, în cuprinsul paragrafului mai sînt tratate și lentilele cu cîmp divizat precum și lentilele adiționale menite să modifice distanța focală a obiectivului în sensul posibilității executării unor fotografii la mică distanță de subiect.

Prisme multiplicatoare de imagine

Un efect fotografic dintre cele mai spectaculoase constă în obținerea pe fotograma filmului a mai multor imagini similare ale aceluiași subiect ca și cum s-ar fi apelat la procedeul de supraimpresiuni succesive. Efectul se realizează cu ajutorul unor lentile multiplicatoare de imagine, constituite de obicei din sticlă optică transparentă și incoloră*, cu o formă prismatică și avînd, în funcție de model, între două și 7 fațete (fig. 27). Fiecare dintre acestea dă naștere cîte unei imagini pe fotograma filmului. În funcție de poziția și forma fațetelor, imaginile pot fi dispuse concentric, în linie sau radial (în stea). Figura 28 prezintă aspectul lentilelor: ×3 radial (A), ×6 concentric (B), ×3 paralel (C) și ×6 paralel (D).

Modelele care produc imagini concentrice sînt prevăzute cu o fațetă centrală plană (sau cu un spațiu liber de o formă adecvată). La acestea, imaginea centrală produsă pe film prezintă o claritate normală, în timp ce imaginile ce o înconjoară sînt mai puțin conturate.

Lentilele sînt montate într-un inel turnant, care poate fi acționat cu un mic levier pentru alegerea poziției dorite.

* Există și prisme multiplicatoare de imagine cu fațete colorate, după cum se va arăta într-un paragraf următor.

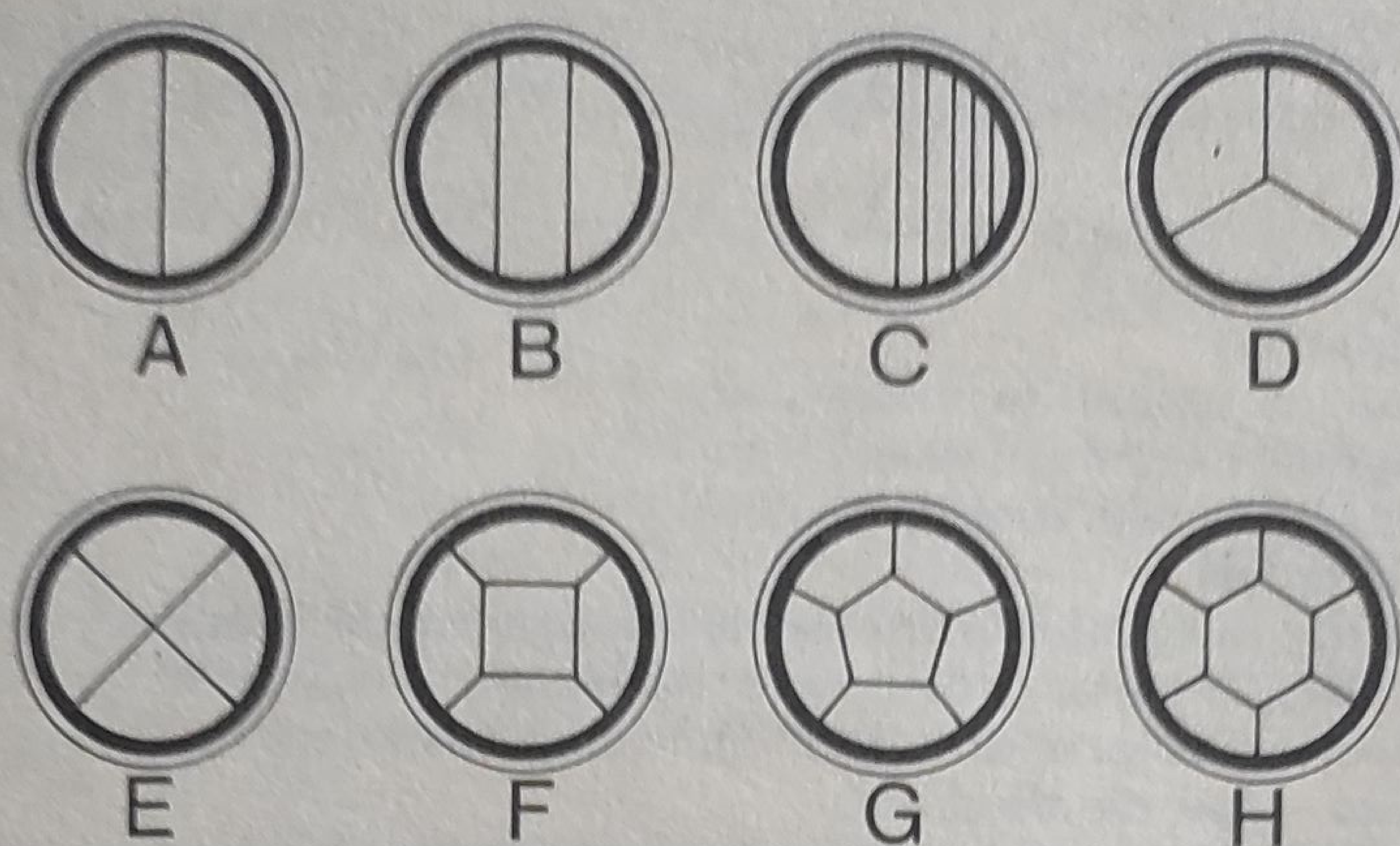


Fig. 27. Reprezentarea schematică a fațetelor lentilelor multiplicatoare de imagine.

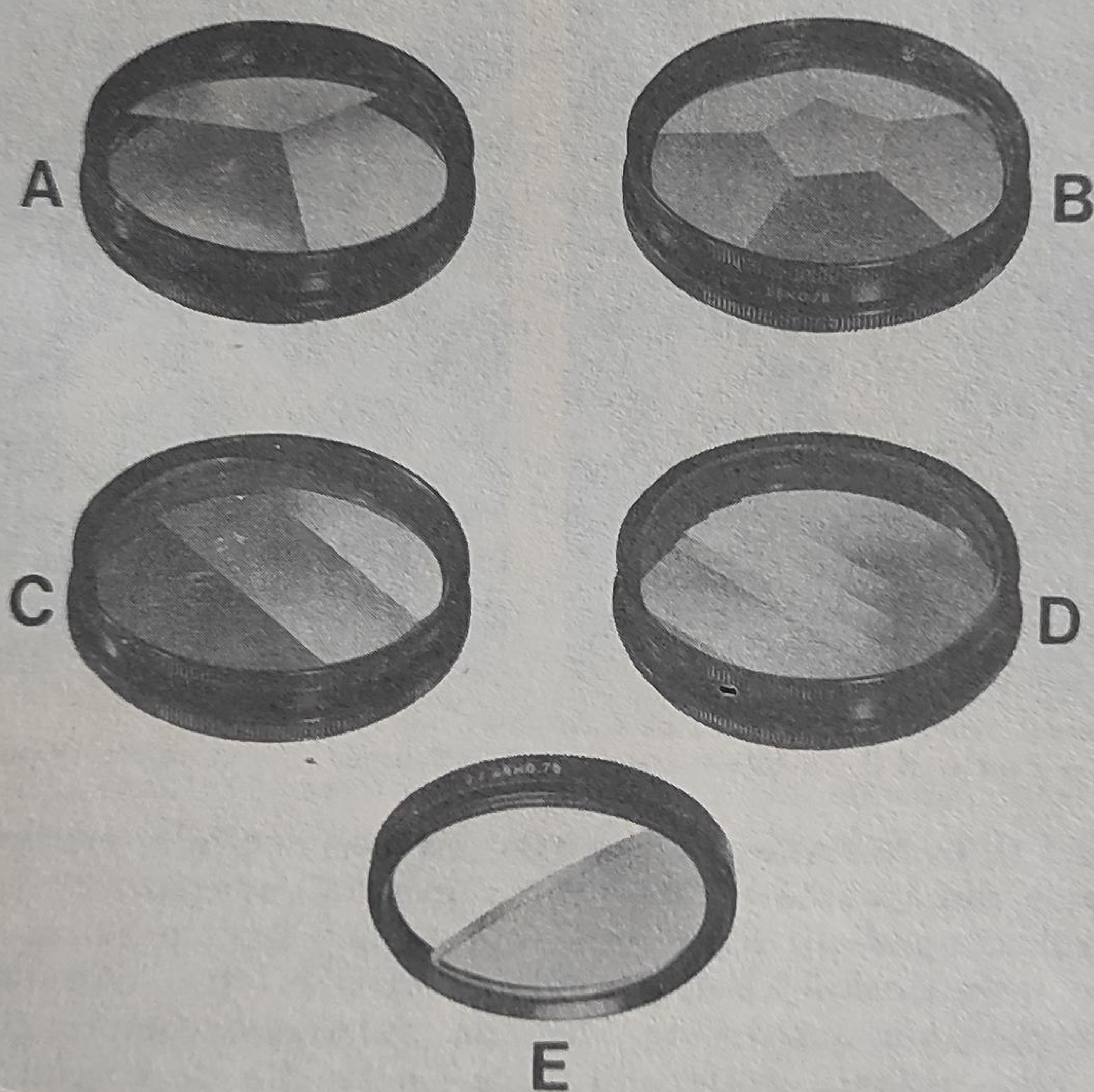


Fig. 28. Lentile care modifică structura geometrică a imaginii sau profunzimea sa: A — prismă × 3 cu fețele dispuse în stea; B — prismă × 6 cu fețele dispuse concentric; C — prismă × 3 cu fețele dispuse paralel; D — prismă × 6 cu fețele dispuse cu fațete paralele; E — accesoriu cu cîmp divizat.

Fiind constituite din sticlă optică incoloră, lentilele multiplicatoare de imagine, nu necesită prelungirea timpului de expunere sau deschiderea diafragmei.

Elementele de care trebuie să se ţină seama în vederea obţinerii unor fotografii reuşite, sînt:
— subiectul;
— tipul de aparat de fotografiat;
— unghiul de fotografiere;
— distanţa focală a obiectivului;
— diafragma.

Subiectul. În cazul folosirii multiplicatoarelor de imagine, principalul pericol care trebuie evitat îl constituie subiectele „încărcate" (peisaje, grupuri de persoane sau obiecte diferite etc.). Multiplicarea acestora va produce imagini confuze, greu de descifrat.

În consecinţă se recomandă subiecte simple, bine conturate (portrete, flori, statui) plasate pe un fond uniform, de preferinţă mai închis, faţă de care elementul principal să se detaşeze cît mai bine (v. fig. 29).



Fig. 29. Efectul prismelor multiplicatoare de imagine:
A — Prismă × 3, cu faţete paralele; *B* — Prismă × 6, cu faţete dispuse concentric.

Pentru a se evita suprapunerea exagerată a imaginilor multiple, subiectul nu trebuie să depăşească un sfert din suprafaţa cadrului.

În cazul fotografierii unor statui sau edificii izolate avînd drept fundal cerul senin, este posibil ca acesta să fie redat printr-o densitate mai mare utilizînd în mod suplimentar un filtru de polarizare (pentru alb-negru sau color) sau filtre galben, portocaliu, roşu (în funcţie de efectul dorit, numai pentru alb-negru).

Aparatul de fotografiat. Utilizarea lentilelor de efect în general şi a acelora multiplicatoare în special este mult uşurată cînd se lucrează cu un aparat reflex monoobiectiv, singurul care dă certitudinea că, ceea ce vede ochiul

„vede" şi filmul, deoarece permite controlul efectului în vizor. Efectul dorit se obţine rotind lentila cu ajutorul levierului prevăzut în acest scop.

Cu un aparat reflex cu două obiective, trebuie întîi încercat accesoriul pe obiectivul de vizare. Apoi, avînd drept reper, de exemplu, poziţia levierului, lentila este „translată" pe obiectivul de luat vederi.

Aparatele fără vizare reflex trebuie evitate. Utilizarea lor prezintă riscul apariţiei unor decalaje între intenţii şi rezultate.

Unghiul de fotografiere. Poziţia aparatului de luat vederi are, de asemenea, importanţa sa. Este suficientă o minimă modificare a unghiului de „poză" pentru ca repartizarea şi densităţile subiectului să fie modificate.

Distanţa focală a obiectivului. Optica are, de asemenea, un rol important. Imaginile multiple vor fi mai grupate cu un obiectiv cu distanţa focală scurtă şi mai distanţate cu un obiectiv cu focala lungă, putînd, la un moment dat, chiar ieşi din cadru.

Aceste restricţii pot fi deliberat exploatate dacă se dispune de o gamă largă de obiective cu focale diferite sau de un transfocator*.

Rezultatele cele mai bune sînt furnizate de un obiectiv avînd un unghi al cîmpului de circa 45°, ceea ce corespunde distanţei focale standard pentru aparatele cu film normal (fotograma 24 × 36 mm).

Este preferabil însă să se intercaleze între obiectiv şi prismă un tub prelungitor (un inel intermediar) de circa 30 mm. Graţie acestei depărtări a lentilei de obiectiv, imaginile se detaşează mai net unele de celelalte. În orice caz, utilizarea lor se impune ori de cîte ori se folosesc prisme cu faţetă centrală plană. Deoarece tubul „alonjă" prezintă riscul provocării unui „vignetaj" al imaginii în cazul unor diafragmări mai puternice, este necesar să se controleze în vizor valoarea diafragmei de la care colţurile imaginii încep să se întunece.

Diafragma. Valoarea diafragmei influenţează la rîndul ei efectul acestor lentile. Astfel, cu cît diafragma este mai închisă, imaginile se apropie şi invers, imaginile se distanţează pe măsura deschiderii diafragmei.

Efectul acestor lentile poate fi variat, de asemenea, utilizîndu-le simultan cîte două. Se obţin astfel mozaicuri interesante de imagini ale unor subiecte foarte simple.

Prisma multiplicatoare poate fi ţinută, de asemenea, cu mîna, în faţa obiectivului (nu înfiletată pe acesta sau plasată într-un portfiltru). În felul acesta, prin înclinarea ei diferită, este posibil să se elimine una sau mai multe dintre imaginile secundare.

Un efect similar celui obţinut la fotografiere se poate obţine şi în laborator, folosind lentile multiplicatoare în faţa obiectivului aparatului de mărit. Efectul nu este însă atît de reuşit şi reclamă încercări prealabile în vederea optimizării sale.

Folosirea acestor accesorii este în mod special spectaculoasă în cinematografie sau televiziune, unde rotirea monturii în timpul captării imaginii creează un efect spectaculos de mişcare suplimentară.

Lentile adiţionale (proxare, close-up lenses)

Pentru fotografierea din apropiere a unor obiecte de mici dimensiuni se pot practica în principiu două sisteme:

— distanţarea obiectivului de planul filmului cu ajutorul unor inele intermediare sau a unor „burdufuri";

* Obiectiv cu distanţă focală variabilă.

— modificarea distanței focale a obiectivelor cu ajutorul unor lentile adiționale avînd forma meniscului convergent, lentile ce se montează pe obiectiv cît mai aproape de acesta, avînd partea convexă orientată către subiect.

În cazul absenței din dotare a inelelor intermediare, a burdufilor sau în cazurile în care obiectivul nu poate fi detașat de aparat, singura soluție pentru focalizarea unor obiecte aflate la distanțe mai mici decît distanța minimă de punere la punct a obiectivului disponibil, este întrebuințarea lentilelor adiționale de tip proxar (close-up lenses).

Puterea unei astfel de lentile se exprimă în dioptrii (d) și este egală cu inversul distanței focale a acesteia, exprimată în metri. Astfel, puterile de 1,2 și 3 d (cele mai uzuale) corespund unor distanțe focale de 1 m, 0,50 m și respectiv 0,33 m

($\frac{1}{1} = 1$ d; $\frac{1}{0,50} = 2$ d; $\frac{1}{0,33} = 3$ d).

Cînd se utilizează simultan două lentile adiționale, puterea lor se însumează: o lentilă cu puterea de 1 d, împreună cu o lentilă avînd puterea de 2 d, formează un ansamblu cu puterea de 3 d.

Tabelul 22

Efectul lentilelor adiționale de 1,2 și 3 d

Lentila adițională	Reglajul distanței pe obiectiv	Distanța posibilă de fotografiere, m
	infinit	1,00
	5 m	0,80
1 d	1,80 m	0,65
	1 m	0,50
	infinit	0,50
	5 m	0,45
2 d	1,80 m	0,40
	1 m	0,35
	infinit	0,33
	5 m	0,31
3 d	1,80 m	0,28
	1 m	0,25
	infinit	0,25
	5 m	0,24
3 d +1 d	1,80 m	0,22
	1 m	0,20
	infinit	0,20
	5 m	0,19
3 d +2 d	1,80 m	0,18
	1 m	0,17
	infinit	0,17
	5 m	0,16
3 d +3 d	1,80 m	0,15
	1 m	0,14

Cu cît lentila utilizată are o putere mai mare, cu atît scade valoarea distanței minime posibile de fotografiere. Cu alte cuvinte este posibilă o apropiere mai mare de subiect.

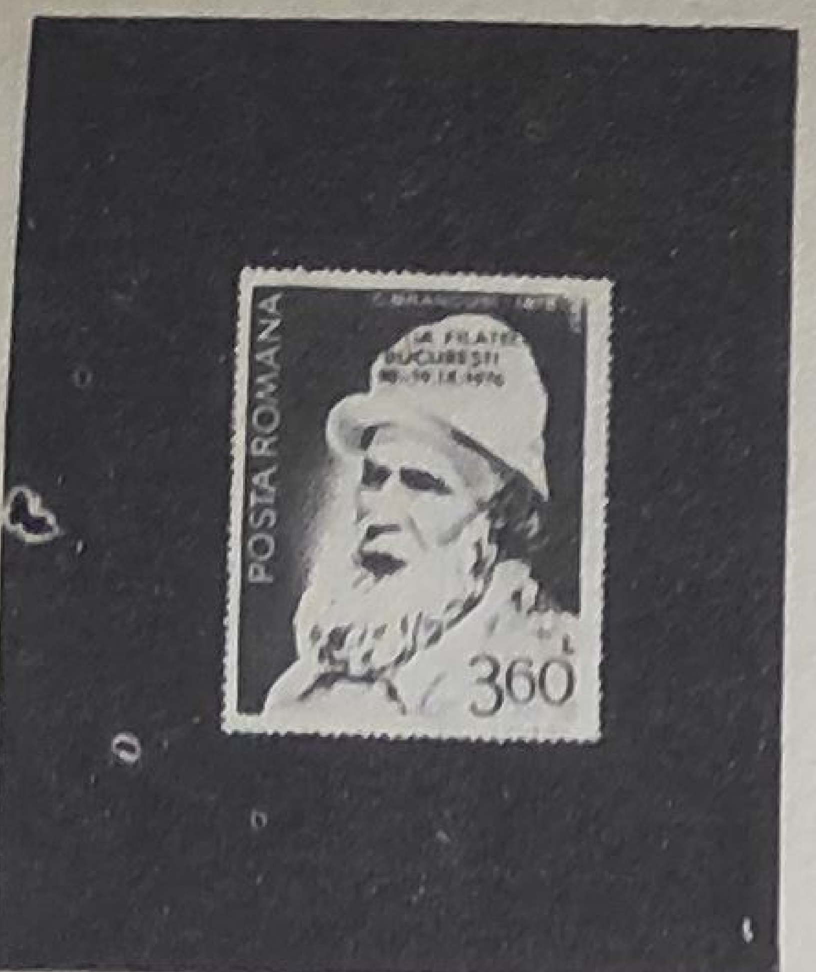
Ca regulă generală, cu obiectivul aparatului reglat pe infinit, combinația obiectiv-lentilă permite obținerea unei imagini clare a unui subiect situat la o distanță egală cu distanța focală a lentilei.

De exemplu, cu un obiectiv pus la punct pe infinit, o lentilă 3 d permite fotografierea de la o distanță de 1 : 3 = 0,33 m = 33 cm.

Se pot fotografia și obiecte mai apropiate cu o aceeași combinație lentilă-obiectiv, reglînd inelul distanțelor pe valori mai mici, valori care evident nu mai corespund distanței reale subiect-obiectiv.

Tabelul 22 conține valori pentru distanțele minime de fotografiere ce se pot obține cu un aparat de fotografiat cu film de format normal (fotograma 24 × 36 mm), echipat cu un obiectiv de 50 mm, utilizînd, singure sau în combinație, lentile adiționale de 1,2 și 3 d.

Cu astfel de lentile se pot fotografia, în consecință, obiecte mici de la mică distanță, se pot astfel realiza așa-numitele macrofotografii reprezentînd, de exemplu, insecte, monede, mărci poștale etc (fig. 30).



A



B



C



D



E



F

Fig. 30. Imagini ale aceluiași subiect, obținute cu diferite lentile „proxar", montate pe un obiectiv cu distanță focală de 50 mm:
A — fără lentilă la distanță minimă posibilă, de 33 cm; B — cu lentilă 1 d; C — cu lentilă 2 d; D — cu lentilă 3 d; E — cu lentilă 4 d; F — cu lentilă 5 d.

Lentilele adiționale prezintă o serie de avantaje: sînt ușoare, de mic dimensiuni și relativ ieftine. Utilizarea lor nu necesită modificarea expunerii, cadrajul și punerea la punct neprezentînd nici o dificultate cu aparatele reflex monoobiectiv. Utilizarea unor lentile sau ansambluri de lentile cu putere mai mare trebuie totuși evitată datorită apariției unor deformări ale imaginii ce pot deveni uneori supărătoare. Din acest motiv, utilizarea lentilelor „proxar" cu putere mai mare de 2 d trebuie total evitată la executarea portretelor, care pot fi transformate uneori în caricaturi ale persoanelor fotografiate.

Lentile cu cîmp divizat (split field lenses)

Deși ochiul nu se poate acomoda simultan la elemente situate la distanțe foarte mici și la infinit, creierul nostru asigură compensarea necesară și ne permite să vedem simultan clare, atît elementele depărtate, cît și pe cele din apropiere, printr-o schimbare foarte rapidă, cu acomodarea corespunzătoare a privirii pe elementul de interes din profunzimea spațiului.

Datorită profunzimii de cîmp limitate, obiectivul de luat vederi nu poate asigura redarea clară a tuturor elementelor sale, de la distanța cea mai apropiată pînă la infinit. Este totuși posibil să se obțină imagini de mare profunzime dacă se folosește un obiectiv cu distanță focală scurtă, puternic diafragmat. Dar nu întotdeauna se poate folosi un asemenea obiectiv și în asemenea condiții de diafragmă, care necesită niveluri mari de iluminare.

Există însă un dispozitiv cu „cîmp" divizat care constă dintr-o semilentilă adițională care permite să se ajungă la un rezultat apropiat, și aceasta la orice deschidere a diafragmei (fig. 28 E).

Semilentila convergentă a acestui dispozitiv (de fapt o montură „semiocupată") orientabilă pe obiectiv, permite să se fotografieze un obiect foarte apropiat de obiectiv, o floare de exemplu, (distanța minimă este în funcție de puterea lentilei), în timp ce prin cealaltă jumătate a monturii, liberă, este posibilă punerea la punct normală a obiectivului pe planurile îndepărtate. De menționat că limita între suprafața lentilei și cea liberă trebuie astfel plasată încît ușoara zonă neclară ce-i corespunde în fotografie, să fie plasată astfel încît să fie cît mai puțin observabilă.

Astfel de lentile cu cîmp divizat există în 1, 2, 3, și 4 dioptrii.

În general trebuie evitată diafragmarea prea puternică a obiectivului pentru a nu se provoca o separare prea netă între planuri. Limitarea acestor accesorii optice constă în faptul că focalizarea într-un plan intermediar nu este posibilă. Un exemplu de plasare corectă a elementelor în cadru și a semilentilei este arătat în planșa 30.

2. FILTRE ȘI ACCESORII OPTICE CARE MODIFICĂ CULORILE IMAGINII

S-a vorbit despre așa numitele dominante „utile", apreciate și solicitate de „consumatorii" de imagini fotografice, pentru frumusețea neobișnuită, ieșită din tipare, pe care o pot conferi imaginilor fotografice.

Filtrele destinate domeniului extrem de bogat al efectelor speciale care constau în modificarea (mai discretă sau mai pregnantă) a culorilor subiectului, pot fi grupate în numeroase variante. Aici s-a ales următoarea clasificare posibilă:

— filtre care adaugă o singură culoare imaginii;
— filtre care adaugă două sau mai multe culori;

— filtre care provoacă scintilații, stele colorate, corespunzătoare punctelor (zonelor) cu mare strălucire a imaginii.

FILTRE CARE ADAUGĂ O SINGURĂ CULOARE IMAGINII

Acestea sînt filtre monocromatice care, la rîndul lor, se pot grupa în:

— filtre cu densitate constantă pe întreaga suprafață;
— filtre cu densitate variabilă.

Filtre cu densitate constantă

Cunoscute uneori și sub denumirea de filtre „pop" (pop-filters), acestea conferă subiectului culoarea lor proprie, dînd un aspect interesant, o anumită atmosferă unor subiecte „sărace", cu o expresivitate mai scăzută. Pentru a se obține rezultate corespunzătoare, este recomandabil ca subiectul să aibă un contrast ridicat, cu structuri bine conturate (arbori, construcții, portrete în profil) fotografiate în contralumină (în „siluetă").

Există o gamă destul de largă de culori în care sînt disponibile astfel de filtre. Ea cuprinde în primul rînd, culorile fundamentale: roșu, verde și albastru (v. planșa 31, E), la care se adaugă, în funcție de furnizor, culorile portocaliu, purpuriu, violet, azuriu etc.

În categoria acestor filtre pot fi incluse în funcție de dominanta dorită, filtrele utilizate în fotografia alb-negru.

O variantă ingenioasă, foarte comodă în practică, a filtrelor din acest grup, o constituie filtrele monocolor și bicolor de polarizare.

Filtrele de polarizare monocolor (Vario Pop filters, P1-color) sînt alcătuite din două filtre de polarizare cuprinse într-o montură care permite rotirea lor relativă (a unuia față de celălalt). Unul dintre filtre, de o anumită culoare (roșu, de exemplu), permite trecerea radiațiilor avînd această culoare (dar numai a celor polarizate) și le absoarbe pe celelalte. Cel de-al doilea filtru, neutru, acționează ca un filtru de polarizare obișnuit.

Rotind unul dintre filtre în raport cu celălalt, radiațiile colorate (și polarizate) „scăpate" de filtrul colorat sînt atenuate treptat de cel neutru, pe măsură ce poziția relativă a planelor de polarizare ale celor două filtre evoluează de la poziția „paralel" la poziția „încrucișat". În acest mod, saturația culorii ansamblului scade de la o valoare maximă la zero. Un astfel de filtru „pereche", ține loc unui set de filtre de aceeași nuanță, avînd densități diferite, diferența între cele două trepte succesive fiind „infinit mică".

Filtrele de polarizare bicolor își bazează acțiunea, de asemenea, pe fenomenele de polarizare și absorbție a luminii. Ele permit, în funcție de poziția relativă a elementelor componente (3 la număr), cuprinse în montură să atribuie imaginii culori diferite (pentru o anumită poziție se obține o anumită culoare, dar pe întreaga suprafață a filtrului, astfel încît aceste filtre deși se numesc bicolor, fac parte din categoria celor monocromatice, care sînt tratate în acest paragraf).

Ansamblul este compus, după cum s-a mai spus, din trei filtre de polarizare, unul neutru și două colorate (de unde și denumirea „bicolor"), de obicei în perechile albastru/roșu, galben/albastru și galben/verde.

Într-un astfel de dispozitiv, cele două filtre colorate sînt lipite astfel încît planele lor de polarizare sînt încrucișate sub un unghi de 90°. Cel de-al treilea, neutru, turnant față de ansamblul fix al celorlalte două, permite trecerea în măsură mai mare sau mai mică a radiațiilor avînd culorile acestora.

De exemplu cu un filtru roșu-albastru se pot obține culorile roșu, albastru, precum și toate nuanțele intermediare obținute prin amestecul aditiv, în diferite proporții ale acestora.

Filtrele de polarizare bicolor ca și cele monocolor capătă „valențe" noi în cinematografie și televiziune, unde modificarea saturației sau a nuanței culorilor în timp, în mișcare, poate fi exploatată în mod artistic.

Filtrele monocromatice cu densitate constantă, simple sau de polarizare, cer desigur, o majorare a expunerii, factorii filtrelor indicați de producători, fiind de ordin × 2, × 4 pentru filtrele „normale", de × 4, × 6 pentru filtrele de polarizare monocolor, și de × 6, × 8, pentru cele bicolor. Pentru toate aceste filtre se recomandă totuși ca determinarea expunerii să se bazeze pe efectuarea unor probe prealabile în aceleași condiții de lumină și subiect în care se va executa fotografia propriu-zisă.

Filtre monocromatice cu densitate variabilă în cadrul suprafeței

Există două tipuri principale:

— filtre la care partea colorată ocupă aproximativ jumătate din suprafață, cealaltă jumătate fiind complet transparentă;

— filtre la care porțiunea periferică este colorată, iar centrul, de obicei de formă circulară, este transparent sau liber (filtrul prezintă o deschidere circulară centrală).

Filtrele degradé (umbral, regresive sau intermediare) aparțin primei categorii și, în principiu, au fost descrise în cadrul capitolului referitor la filtrele pentru fotografia alb-negru. Cu acea ocazie a fost subliniat rolul lor de micșorare a contrastului imaginii prin reducerea prin filtrare a luminii porțiunilor cu strălucire mare a imaginii, în special a luminii emise de cer. În fotografia color, păstrîndu-și rolul de control al imaginii cerului, ele adaugă și culoarea, ceea ce conferă imaginii rezultate un plus de dramatism și expresivitate

Filtrele produse de diverse firme și purtînd nume diferite (gradual filters, verlauffilters) se prezintă într-o gamă extinsă de culori și densități, cuprinzînd tonuri închise și deschise de roșu, verde, albastru, azuriu, galben, purpuriu, precum și variante de nuanțe: cafeniu, tabac etc (v. planșa 31,A).

Trecerea de la partea colorată la cea transparentă, se face de obicei treptat, pe o porțiune avînd lățimea de cîțiva milimetri sau brusc, caz în care accesoriile respective poartă denumirea de *semifiltre*. Acestea din urmă au avantajul că sînt mai ușor de confecționat și deci mai ieftine.

Linia netă între porțiunea transparentă și cea colorată ale acestora, reprezintă în schimb un dezavantaj, ea putînd deveni uneori supărătoare dacă este vizibilă ca atare în imagine. Despărțirea netă poate fi evitată prin practicarea cunoscutelor tehnici ale diafragmei deschise și a opticii cu distanță focală lungă.

Indiferent de felul trecerii, gradate sau nete, este recomandabil ca porțiunea de separație (și aceasta se controlează în vizorul reflex) să corespundă unei linii importante a subiectului, de exemplu, orizontul.

La acest gen de filtre, monturile fixe (rotunde de obicei) dau posibilități limitate de fotografiere: jumătate de imagine cu dominantă, jumătate cu redare normală a culorilor. De aceea, pentru filtrele parțial colorate, cea mai fericită variantă o constituie cele avînd o formă dreptunghiulară, montate într-un port-filtru care permite, în afară de rotirea filtrului, și translarea sa, astfel încît porțiunea din imagine care este afectată de filtru să fie variabilă.

Expunerea rămîne de obicei nemodificată, întrucît scopul urmărit nu este sub sau supraexpunerea porțiunii din imaginea „netratată", ci nuanțarea vizibilă a zonei care corespunde porțiunii colorate a filtrului.

Înainte de a încheia, trebuie arătat că și în cazul acestei categorii de filtre, există varianta „polarizare", care asigură înlocuirea unui întreg set de filtre, printr-un singur ansamblu de filtre de polarizare colorate.

Filtrele monocromatice cu centrul transparent (Color spot, Color circle) constituie o a doua categorie din seria filtrelor cu densitate variabilă. Acestea au, după cum s-a mai arătat, un centru circular transparent sau pur și simplu o deschidere circulară iar restul suprafeței colorată.

Ele au drept scop să pună în evidență imaginea centrală, porțiunile periferice ale acesteia fiind „dominate" de culoarea filtrului. Prin folosirea unei optici cu distanță focală lungă, și practicarea unor diafragme deschise, circumferința separatoare este estompată. Și aceste filtre sînt disponibile în diferite nuanțe de culoare, ca și semifiltrele.

FILTRE CARE ADAUGĂ MAI MULTE CULORI IMAGINII

Filtre policrome

Aceste filtre sînt compuse din porțiuni diferit colorate în formă de benzi (de obicei două, trei sau șase) sau sectoare de cerc (trei sau șase). Ele colorează subiectul conform formelor și culorilor benzilor sau sectoarelor filtrului.

Planșa 31 cuprinde cîteva exemple de filtre bicolore și tricolore.

Filtre care provoacă scintilații colorate

Înrudite cu filtrele cu efect de stea, acestea se caracterizează prin faptul că razele stelelor provocate de surse de lumină puternice, directe (soare, lămpi etc.) sau indirecte (reflexe) aflate în cadru prezintă culorile spectrale, violetul fiind cel mai apropiat de sursă iar celelalte culori (albastru, verde, galben) eșalonîndu-se de-a lungul razelor stelelor, pe măsura depărtării de sursă.

Efectul se datorează structurii suprafețelor filtrelor care sînt gravate astfel încît să prezinte o rețea fină de linii, alcătuite dintr-o multitudine de microprisme. La apariția culorilor spectrale concurează atît fenomenul de dispersie a luminii de către microprisme, cît și fenomenele de difracție și interferență a luminii, care se produc la trecerea luminii prin rețele fine.

Există o varietate destul de mare a acestor filtre, stelele putînd avea 2, 4, 8, 16, 48, și 72 de raze. Firmele producătoare își denumesc produsele respective în diferite feluri, dar semnul cel mai sigur de recunoaștere a acestora îl reprezintă numărul precedat de semnul înmulțirii, care indică numărul de raze al stelei: $\times$ 2, $\times$ 4, $\times$ 8 etc.

FOLOSIREA COMBINATĂ A FILTRELOR CARE COLOREAZĂ IMAGINEA

Este ușor de imaginat ce posibilități largi de expresie oferă combinarea acestor filtre între ele sau cu altele din categoria celor ce modifică structura geometrică a imaginii. Iată cîteva dintre acestea:

— două filtre degradé montate într-un port-filtru astfel încît porțiunile colorate să ocupe poziții opuse;

— filtre stea (normale sau spectrale) asociate cu filtre degradé;

— lentile multiplicatoare de imagine cu fațete colorate (v. planșa 31, C).

Interesantă este folosirea simultană a două filtre dintre care unul este montat pe aparat și unul pe sursa de lumină. Prin alegerea potrivită a culorilor celor două filtre, se pot obține efecte extrem de interesante.

Un exemplu deosebit îl constituie efectul care constă în obținerea unui subiect normal în prim plan „proiectat" pe un fundal monocromatic.

Acesta se poate obține pe baza utilizării unor perechi de filtre avînd culori complementare: albastru și galben, roșu și azuriu, etc.

Unul dintre filtre, de exemplu cel galben, se montează pe obiectiv iar celălalt, albastru, pe lampa fulger electronică. Lumina emisă de sursă este concentrată pe subiectul aflat în prim plan. Filtrul de pe aparat va produce în absența sursei de lumină o dominantă galbenă pe întreaga suprafață a imaginii (prim plan și fundal). Cînd se folosește însă și sursa aceasta, filtrată, va anula dominanta prim-planului dar nu și pe cea a fundalului. Se va obține astfel, de exemplu, un portret normal proiectat pe un peisaj de culoare galbenă. Desigur că obținerea unor imagini de valoare va fi asigurată prin alegerea „cu gust" a culorilor, a subiectelor ca și prin încercări prealabile în vederea stabilirii expunerii optime.

Și mai interesantă este însă utilizarea filtrelor monocromatice, avînd culorile fundamentale, în vederea realizării prin sinteză aditivă a imaginii colorate, captate de obiectiv.

Filmele color sînt compuse, după cum se știe, din trei straturi, care sînt sensibile la radiațiile roșii, verzi și respectiv albastre. În momentul fotografierii, cele trei straturi sînt expuse simultan și prezintă după developare o imagine color normală.

Metoda la care ne referim, constă în descompunerea momentului fotografierii în trei etape succesive astfel încît cele trei straturi să fie expuse separat. Prima expunere se face, de exemplu, printr-un filtru roșu, a doua printr-un filtru verde și cea de-a treia printr-unul albastru (se pot folosi, de exemplu, filtrele Wratten 25-roșu, 58-verde și 47-albastru).

Aceste trei expuneri trebuie să se facă pe aceeași fotogramă a filmului, aparatul fotografic fiind montat pe un trepied. În cazul aparatelor care nu posedă posibilitatea de supraimpresionare și declanșarea nu poate fi acționată decît după „armarea" sa, este suficient să se „debreieze" sistemul de transport al filmului (se apasă pe butonul care permite transportul filmului în caseta de origine) și să se efectueze armarea, menținînd filmul bine întins în aparat, cu ajutorul butonului de „tras înapoi".

Alegîndu-se un subiect cu elemente în mișcare, se obține în final o imagine în care elementele statice își păstrează culorile normale (refăcute prin sinteză aditivă) iar cele aflate în mișcare prezintă diverse culori, în funcție de viteza de mișcare și de poziția pe care o ocupau în fiecare dintre cele trei expuneri prin cele trei filtre.

Efectele obținute depind ca aspect de viteza mișcării:

— dacă subiectul se află în mișcare lentă el va fi redat cu borduri colorate în culorile fundamentale și în complementare ale acestora;

— dacă viteza de deplasare este mare, vor apărea trei siluete distincte ale subiectului, colorate în: roșu, verde și respectiv albastru (efect stroboscopic).

Pentru acest gen de efecte sînt convenabile, în primul rînd, subiecte conținînd apă în mișcare (valuri, cascade, fîntîni arteziene etc.) ca și subiecte cu nori, fum sau personaje și automobile în mișcare, văzute de departe.

Există și aplicații cu caracter tehnic. De exemplu, este posibil să se pună în evidență într-o singură fotografie, diferitele faze de funcționare ale unui utilaj. Fazele de mișcare vor fi redate prin culorile roșu, verde și albastru, în vreme ce părțile statice ale utilajului vor fi redate normal.

Procedeul permite numeroase variante și poate fi aplicat cu rezultate spectauloase și în cinematografie, unde filmarea cu aparatul pe trepied se execută pe aceiași porțiune de pe peliculă rulată cu începutul, după fiecare din primele două expuneri.

Planșele 32 și 33 ilustrează cîteva dintre efectele filtrelor care modifică culorile imaginii.

XI

Filtre utilizate în laborator

În capitolele precedente s-a vorbit despre filtrele utilizate în faza de captare a imaginii.

Laboratoarele fotografice și cinematografice în care se desfășoară activități de developare și copiere a materialelor fotosensibile, întrebuințează de asemenea pe scară largă filtre, dar de această dată, în faza de prelucrare a imaginii. Filtrele de laborator pot fi grupate astfel:

— filtre pentru iluminatul de siguranță al camerelor obscure
— filtre pentru copierea materialelor fotosensibile;
— filtre pentru controlul sensitometric.

1. FILTRE PENTRU ILUMINATUL DE SIGURANȚĂ AL CAMERELOR OBSCURE

ILUMINATUL DE SIGURANȚĂ

Materialele fotografice sînt sensibile la lumină, dar nu în egală măsură la toate radiațiile spectrului vizibil. Din acest motiv, prin limitarea luminii ambiante ca intensitate și conținut spectral, se poate ajunge în situația ca într-o încăpere să se poată vedea, iar materialele fotosensibile să poată fi manipulate și prelucrate fără să se voaleze. Această condiție este îndeplinită în camerele obscure ale laboratoarelor fotografice și cinematografice de către așa-numitul iluminat de siguranță.

Asigurat în trecut de becuri cu globul colorat, iluminatul de siguranță modern se bazează în prezent practic exclusiv pe filtre.

Iluminatul de siguranță (inactinic, nevoalant) este asigurat de corpuri de iluminat prevăzute cu surse de lumină de mică putere, cu incandescență sau cu descărcări în vapori metalici și cu filtre selective. Lămpile pot fi amplasate pe perete, pe masa de lucru sau suspendate de plafon. Figura 31 prezintă cîteva modele de astfel de „lanterne" pentru iluminatul inactinic, partea hașurată reprezentînd filtrul selectiv.

Se folosesc surse cu putere mică, maximum 25 W. Becurile cu puteri mai mari prezintă dublul pericol al voalării materialelor fotosensibile și al supraîncălzirii corpului de iluminat. Producătorii unor astfel de lămpi și de filtre, precizează de obicei distanța minimă admisă dintre sursă și locul unde se manipulează filmele sau hîrtia. Este precizat, de asemenea, și timpul maxim în care aceste materiale pot fi expuse, fără pericol de voalare la acțiunea luminii emise de aceste surse. În lipsa acestor recomandări, este bine să se lucreze la o distanță de minimum 1,5 m de lampă, iar timpul în care

filmul sau hîrtia fotografică „vede" lumina de siguranță să fie redus la minimum. Pericolul de voalare scade, dacă iluminatul de siguranță se realizează prin reflexie, orientînd sursa de lumină către un perete alb sau gri neutru.

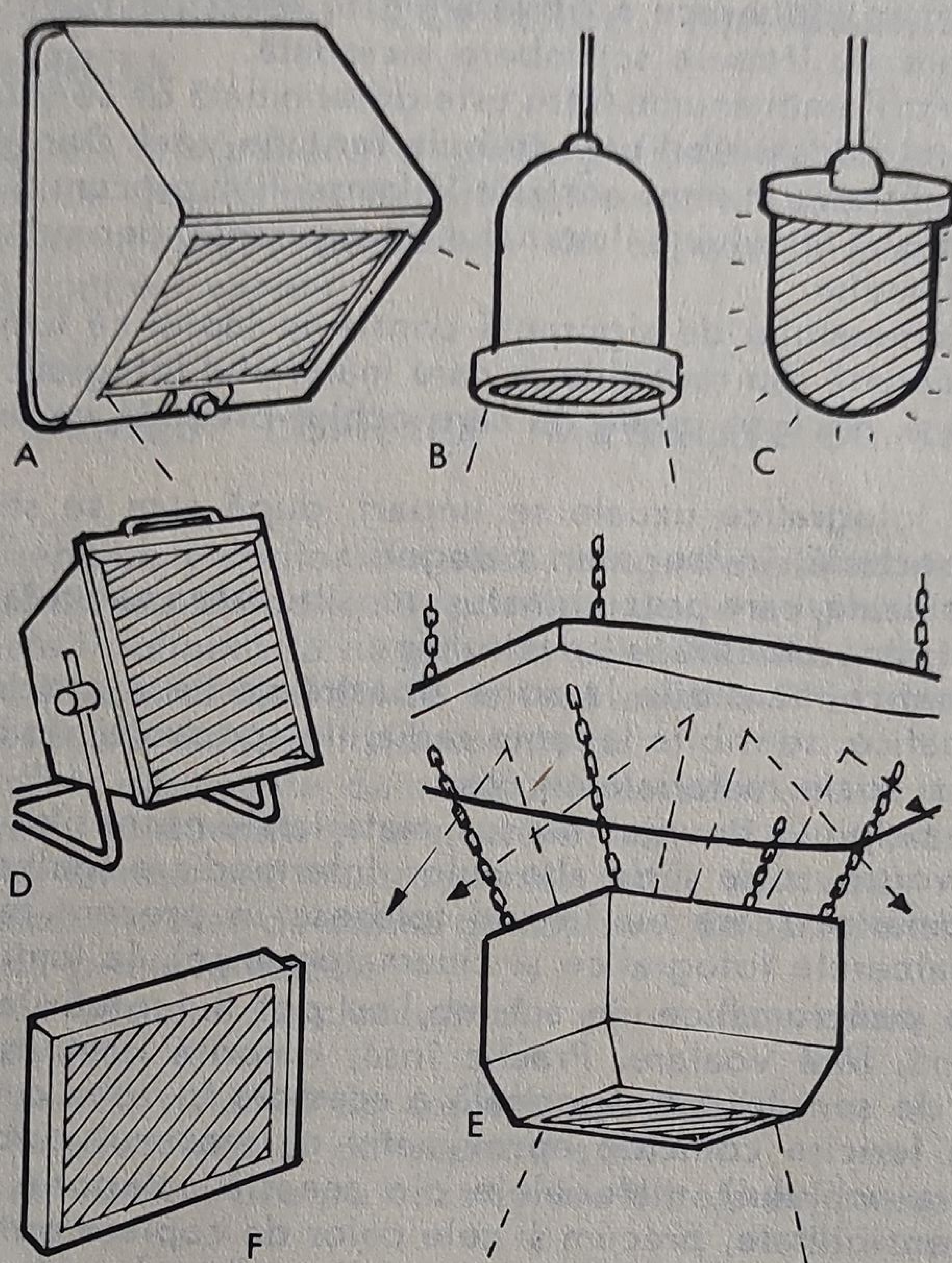


Fig. 31. Lămpi pentru iluminatul de siguranță:
A, F — lămpi de perete; *B* — lampă de plafon; *C* — lampă de plafon cu filtru globular; *D* — lampă de masă; *E* — plafonieră cu lumină indirectă.

FILTRE PENTRU CAMERA OBSCURĂ (SAFELIGHT, DARKROOM FILTERS)

Filtrele din această categorie numite și ecrane inactinice, sînt alcătuite din sticlă, triacetat de celuloză sau materiale plastice colorate în masă sau „placate" cu straturi de gelatină colorată. Nefiind parte componentă a unor sisteme formatoare de imagine, aceste filtre nu posedă desigur calități optice superioare. Ele sînt, în orice caz uniforme din punct de vedere al colorației, iar coloranții întrebuințați sînt selecționați cu grijă.

Filtrele de acest tip sînt ieftine, dar prezintă dezavantajul modificării în timp a proprietăților spectrale ale coloranților, supuse timp îndelungat iluminării de către sursa aflată în imediata lor apropiere. Aceasta face necesară

verificarea periodică a „inactinității" luminii care străbate filtrul, prin expunerea la aceasta, a materialelor fotografice și prelucrarea acestora în vederea depistării eventualului voal și în consecință a schimbării filtrului.

O variantă modernă care tinde să înlocuiască filtrele clasice de absorbție o constituie filtrele interferențiale. Deși sînt mai scumpe, ele se amortizează după un anume timp, deoarece proprietățile lor spectrale rămîn neschimbate în timp și ca atare nu trebuie schimbate niciodată.

Alegerea culorii unui anume filtru este determinată de *sensibilitatea spectrală* a materialului fotosensibil care trebuie ferit de voal. Densitatea filtrului, puterea becului, distanța minimă admisibilă lampă-film precum și timpul maxim de expunere admis al filmului la iluminatul de siguranță, depind de *sensibilitatea generală* a filmului.

Principiul iluminatului de siguranță constă în faptul că lumina inactinică trebuie să fie alcătuită din radiațiile la care materialul fotografic aflat în lucru nu este sensibil și, dacă se poate, la care ochiul prezintă un maxim de sensibilitate.

Materialele fotografice uzuale se împart, după cum se știe, după sensibilitatea lor spectrală, în trei mari categorii:

— *nesensibilizate*, care prezintă totuși sensibilitatea naturală a halogenurilor de argint la zona albastră a spectrului;

— *ortocromatice*, sensibile la zona albastră-verde a spectrului;

— *pancromatice*, sensibile la toate radiațiile spectrului vizibil; în această categorie intră și toate materialele color.

Conform principiului enunțat mai sus, materialele nesensibilizate pot fi expuse la lumină verde, roșie și de alte culori intermediare (galben-verde etc.) iar cele ortocromatice (care nu se mai folosesc în prezent în lucrările curente din laboratoarele fotografice și cinematografice), la lumină roșie.

Materialele pancromatice, în schimb, nu pot fi teoretic expuse la nici un fel de lumină, fără voalare. Practic însă, datorită unei ușoare „depresiuni" a curbei de sensibilitate spectrală a acestora în zona centrală a spectrului (care din fericire coincide aproximativ cu maximul curbei de vizibilitate spectrală a ochiului), materialele din această categorie, alb-negru de mică și medie sensibilitate, precum și cele color de copiere pot fi manipulate pentru scurt timp la o lumină de culoare verde, galben-brună sau portocalie. Tabelul 23 reunește în rezumat aceste informații, alături de precizarea codurilor filtrelor produse de firmele mai cunoscute în acest domeniu.

Tabelul 23

Filtre pentru camera obscură

Tipul de material fotosensibil	Culoarea filtrului	Codul filtrului ORWO	KODAK	FUJI
Nesensibilizat (hîrtie fotografică, peliculă pozitivă cinematografică a/n)	galben-verde	112 (113 D)	OA 1	SLF 2 B
	roșu	107	—	—
Pancromatic (hîrtie pancromatică, pelicule de copiere pancromatice a/n, pelicule de fotografiere și filme cinematografice cu sensibilitate redusă	verde închis	103	nr. 3	nr. 4
	galben-brun	—	nr. 13	—
Color (hîrtie fotografică, peliculă pozitivă)	portocaliu închis	—	nr. 10	SLF 101 A
	verde-galben închis	164, 165, 166	—	—

Toate celelalte materiale a/n și color destinate luării vederilor se prelucrează în obscuritate totală.

2. FILTRE PENTRU COPIEREA MATERIALELOR FOTOSENSIBILE

Laboratoarele fotografice și cinematografice întrebuințează pe scară largă filtre în operațiile de copiere a materialelor color. Laboratoarele fotografice folosesc și filtre necesare procesului de copiere a negativelor pe hîrtie alb-negru cu contrast variabil.

FILTRE PENTRU COPIEREA MATERIALELOR FOTOSENSIBILE COLOR

Întrucît redarea culorilor de către imaginile obținute prin copiere pe hîrtie fotografică sau pe peliculă, pornind de la originale negative sau reversibile, poate fi influențată negativ de către numeroși factori, este necesar ca pe parcursul acestei operații să se facă apel la filtre pentru introducerea corecțiilor destinate eliminării dominantelor.

Există astfel, dominante datorate atît caracteristicilor intrinseci ale peliculei originale, conservării și prelucrării sale, cît și utilizării ei la captarea imaginii într-o lumină mai mult sau mai puțin adecvată. Apar, de asemenea, dominante introduse de optica de copiere, de caracteristicile materialelor de copie și de prelucrarea lor.

Filtrele de copiere se clasifică din punct de vedere al sistemului de sinteză a luminii în:

— filtre pentru sistemul de copiere substractiv;
— filtre pentru sistemul de copiere aditiv.

După fenomenele fizice pe baza cărora filtrele acționează asupra luminii, se disting:

— filtre de absorbție;
— filtre interferențiale.

Acestea din urmă prezintă avantajele cunoscute ale unor zone de transmisie foarte precise și al menținerii practic infinite a proprietăților lor spectrale în timp.

În aparatele de mărit, filtrele sînt plasate fie într-un sertar care se află între sursă și condensor (cazul filtrelor de absorbție), fie în versiunile moderne în așa numitul „cap color" al aparatului de mărit, care oferă multe facilități în gradarea acțiunii filtrelor (cazul filtrelor interferențiale).

Sistemul de copiere substractivă face apel la filtre avînd culorile galben, azuriu și purpuriu, uneori și roșu. Acesta din urmă poate înlocui, ca și în cazul filtrelor de compensare (vezi cap. VII) o pereche galben-purpuriu cu procentaje de transmisie egale cu al său.

Tabelul 24 cuprinde filtrele de copiere Kodak CP care se produc în patru densități (absorbții) diferite. Ele sînt identificabile printr-un cod care cuprinde literele CP (color printing = copiere color), un număr reprezentînd densitatea filtrelor (mai precis procentajul de absorbție al acestora) și o literă care reprezintă inițiala numelui culorii filtrului în limba engleză (la fel ca la filtrele de compensare)

Absorbții mai mari se pot obține folosindu-se simultan două filtre. De exemplu, pentru o anumită culoare, filtrarea cu un procentaj de absorbție de 60% se obține din perechea CP 40 + CP 20.

Nefiind aici locul pentru a intra în detalii privind practica copierii color (cu atît mai mult cu cît utilizarea din ce în ce mai frecventă a analizoarelor electronice de culoare permite, la ora actuală, stabilirea rapidă și precisă a filtrării optime), ne mărginim să reamintim două principii care stau la baza filtrării în vederea eliminării dominantelor:

— O anumită dominantă se elimină în sistemul negativ-pozitiv prin filtre care au culoarea acesteia, iar în sistemul reversibil printr-o filtrare avînd culoarea complementară.

— Utilizarea simultană a trei filtre de copiere avînd culorile galben, azuriu și purpuriu reprezintă o greșeală, deoarece parte din densitatea lor echivalează cu un filtru gri, neutru, care reduce în mod inutil cantitatea de lumină.

Astfel, nu se va folosi niciodată
40 C + 30 M + 20 Y.
ci 20 C + 10 M
deoarece 20 C + 20 M + 20 Y = 20 gri care nu introduce nici o corecție.

Altfel spus, se elimină filtrul cu procentajul de absorbție cel mai mic și se înlocuiesc celelalte două, cu filtre avînd absorbția rezultată din cea inițială, prin scăderea celei a filtrului eliminat.

Filtrele pentru copierea aditivă dau rezultate mai bune din punct de vedere al preciziei redării culorilor, dar ele presupun, în procedeul clasic, efectuarea a trei expuneri succesive (variind, după necesități, timpul de expunere), în lumină roșie, verde și albastră. Colorarea luminii de copiere se poate face de exemplu cu filtrele Kodak 98-albastru, 99-verde și 25-roșu.

Varianta modernă o constituie așa numita lanternă aditivă, prezentă de exemplu în aparatele de mărit Philips (Tri-one system) sau în mașina de copiat filme cinematografice Bell and Howell care conține un sistem de trei perechi de filtre interferențiale care reflectă roșul, verdele și respectiv albastrul și transmit complementarele acestora.

Lanterna aditivă funcționează conform schemei prezentate în fig. 32 și asigură:

— „despicarea" fascicolului de lumină albă provenit de la sursă, în trei fascicole de lumină avînd fiecare una dintre culorile fundamentale;

— modularea intensității fiecărui fascicol în parte, în funcție de necesitățile de corecție;

— reunirea celor trei fascicole modulate în spațiul de copiere.

În felul acesta, copierea aditivă se desfășoară într-o singură fază.

Tabelul 24

Filtre de copiere Kodak CP

Culoarea filtrului	Azuriu	Galben	Purpuriu	Roșu
Procentajul de transmisie	CP 05 C	CP 05 Y	CP 05 M	CP 05 R
	CP 10 C	CP 10 Y	CP 10 M	CP 10 R
	CP 20 C	CP 20 Y	CP 20 M	CP 20 R
	CP 40 C	CP 40 Y	CP 40 M	CP 40 R

Mai trebuie arătat că, dată fiind sensibilitatea tuturor materialelor fotografice la zona UV a spectrului şi a unora dintre materialele color de copiere la radiaţiile IR, sistemele de copiere trebuie să fie prevăzute cu filtre care reţin radiaţiile respective.

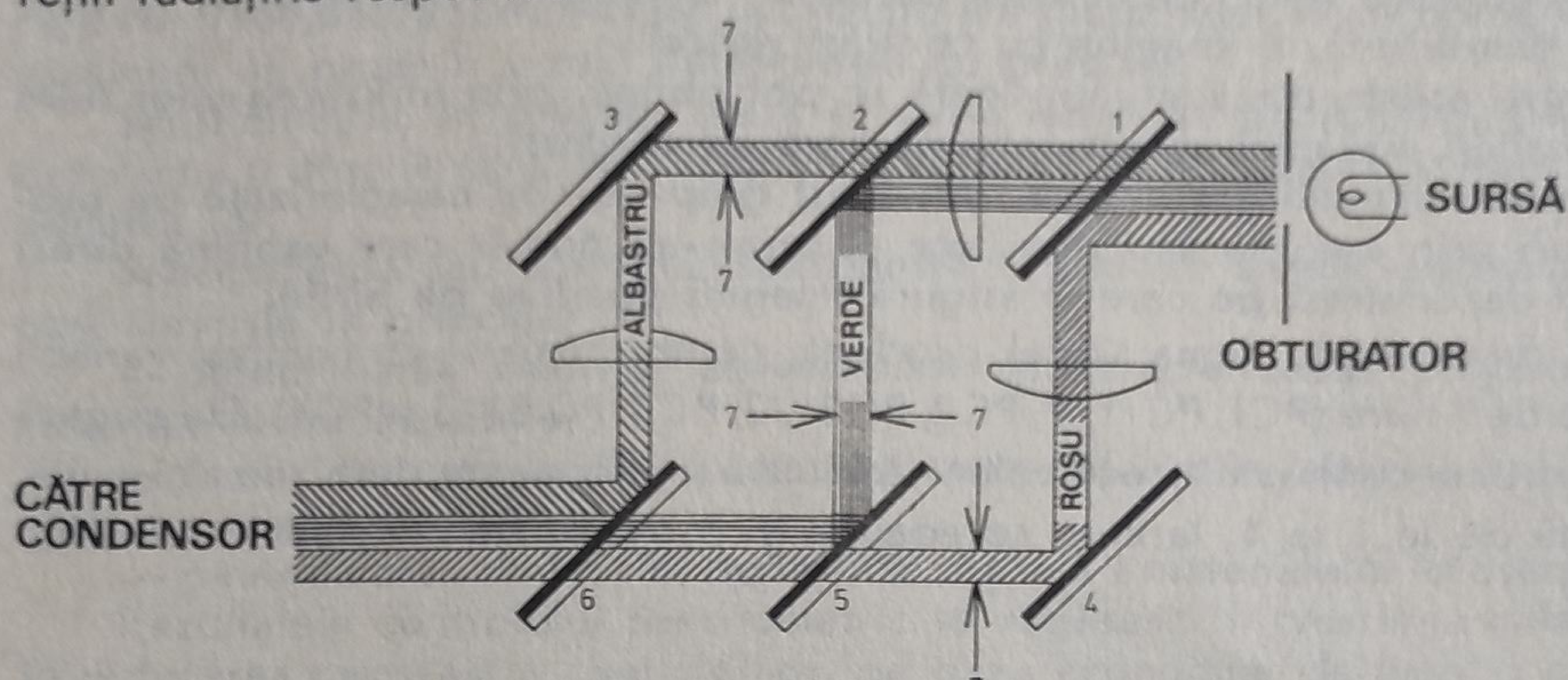


Fig. 32. Lanterna aditivă a maşinii de copiat filme cinematografice (schemă de principiu): *1, 4* — filtre interferenţiale care reflectă roşul; *2, 5* — filtre interferenţiale care reflectă verdele; *3, 6* — filtre interferenţiale care reflectă albastrul.

FILTRE PENTRU COPIEREA PE HÎRTIA CU CONTRAST VARIABIL

Filmele fotografice negative alb-negru prezintă o mare varietate în ceea ce priveşte contrastul imaginii. Această varietate este determinată atît de sortimentul de negativ, de expunerea şi prelucrarea sa, cît şi de contrastul scenei fotografiate.

Pentru a controla după dorinţă (dar fără a putea depăşi totuşi anumite limite) contrastul imaginii finale, pozitive, sînt disponibile sortimente diferite de hîrtie fotografică care se diferenţiază între ele prin gradul lor de contrast.*

Printr-o alegere judicioasă a cuplului film negativ-hîrtie (de exemplu film „moale"-hîrtie „contrast" care are drept rezultat final o imagine pozitivă „normală") se pot obţine, după cum s-a mai spus, între anumite limite, rezultate optime.

O alternativă mai comodă, care elimină necesitatea folosirii mai multor sortimente de hîrtie, o constituie hîrtia cu contrast variabil (hîrtie policontrast), material care, în funcţie de condiţiile de expunere (mai precis, în funcţie de culoarea luminii de copiere), poate prezenta contraste diferite.

Hîrtia policontrast conţine, de obicei, o combinaţie de două straturi sensibilizate cromatic în mod diferit. În general versiunile actuale conţin:

— un strat cu contrast scăzut (sensibil la verde),
— un strat cu contrast ridicat (sensibil la albastru).

Filtrele de copiere au culorile galben şi purpuriu.

Ponderea participării la imaginea finală a fiecăruia dintre cele două straturi ale hîrtiei, depinde de culoarea şi densitatea filtrului întrebuinţat, după cum urmează:

* Gradul de contrast este specificat pe ambalajul hîrtiei fie prin cifre (de la 1 la 4 de obicei), fie prin cuvinte care caracterizează contrastul hîrtiei, de genul „moale", „normal", „contrast".

— un filtru de culoare galbenă cu densitate ridicată va absorbi total albastrul. Ca urmare, imaginea se va forma numai în stratul sensibil la verde și va prezenta un contrast scăzut;

— un filtru dens, de culoare purpurie, absorbind total verdele, va produce, dimpotrivă, o imagine cu contrast ridicat.

Între aceste două situații limită se pot obține, prin utilizarea unor filtre cu densități mai mici, grade intermediare de contrast.

Pentru simplificare, filtrele din acest grup nu sînt caracterizate de producători prin culoare sau densitate ci printr-un număr care exprimă direct gradul de contrast pe care îl asigură imagini pozitive pe hîrtie.
Astfel, de exemplu, firma Kodak produce, pentru hîrtia sa cu contrast variabil o serie de 7 filtre (PC1, PC1 1/2, PC2, PC2 1/2, PC3, PC 3 1/2 și PC4). Ele asigură un control al contrastului echivalent aceluia a 4 sortimente de hîrtie obișnuită, gradată de la 1 la 4, la care se adaugă și 3 trepte de contrast intermediare.

3. FILTRE PENTRU SENSITOMETRIE

În domeniul înregistrării imaginii pe film sau hîrtie, noțiunea de sensitometrie are, în înțeles clasic, sensul de măsurare a sensibilității fotografice.

În versiunea sa modernă, sensitometria a căpătat un conținut mult extins, sistemului ei de măsurători actual, vizînd un număr mult mai mare de caracteristici și influențe.

ROLUL ȘI IMPORTANȚA SENSITOMETRIEI

De fapt, sensitometria nu este altceva decît un studiu al unor raporturi cauză-efect. În procesul de restituire pe cale fotochimică a realității înconjurătoare, *cauza* o constituie cantitatea de lumină emisă de subiect, peisaj, personaj, document etc. *Efectul* asupra unui strat fotosensibil, care joacă rolul receptor al acestei cantități de lumină, emise de subiect, constă într-o înnegrire și (respectiv) colorare, de o anumită densitate, care se obține în urma developării.

Scopul urmărit este ca repartizarea densităților în stratul fotosensibil să corespundă într-un raport optim repartizării strălucirilor din subiectul fotografiat.

Aprecierea reușitei în realizarea acestui scop, este efectuată în final de către ochi, căreia îi este adresată de fapt reproducerea fotografică. Aceasta compară impresia senzorială produsă de un subiect, cu această reproducere. Restituirea fotografică este considerată reușită, dacă ea corespunde pentru ochi, subiectului sau cel puțin se apropie de acesta.

Pentru estimarea imaginilor fotografice, ochiul, ca orice organ senzorial, prezintă insuficiențe generale (fiziologice) și individuale (patologice), însoțite de o capacitate limitată a memoriei. El nu este capabil să determine diferențele cantitative între subiect și reproducerea sa. Pe scurt ochiul nu este un aparat de măsură de „încredere". El nu poate fi utilizat pentru a interpreta cantitativ o reproducere fotografică avînd tonuri multiple, mai ales în ceea ce privește imaginea negativă.

Astfel un negativ nu dă de fapt nici o informație precisă asupra repartizării strălucirilor (densităților), conform originalului, în copiile care vor fi obținute de pe acest negativ. O culoare complementară, la care se adaugă masca portocalie a negativelor color moderne, nu permite anticiparea modului în care vor fi redate părțile colorate sau neutre ale subiectului. Nici corectitudinea expunerii nu poate fi vizual determinată cu precizie.

Sensitometria, în schimb, oferă o gamă largă de posibilități, pentru a determina și descrie cantitativ, obiectiv, proprietățile fotografice și reproductibilitatea lor.

Sensitometria sau controlul sensitometric este un sistem de măsurători care servește în principal la:

— determinarea valorilor parametrilor ce caracterizează proprietăților materialelor fotosensibile;

— verificarea regularității prelucrării materialelor în laboratoarele fotografice și cinematografice;

— determinarea condițiilor optime de copiere a materialelor fotosensibile.

Rezultatele controlului sensitometric se regăsesc în creșterea calității și în reducerea generală a cheltuielilor, pe baza economiei de timp și de materiale consumate.

CONTROLUL SENSITOMETRIC ȘI FILTRELE NECESARE ACESTUIA

În principiu, controlul sensitometric se desfășoară în două etape:

— expunerea în condiții precise și cunoscute a unor eșantioane de peliculă care poartă denumirea de sensitograme, și developare acestora;

— măsurarea densităților sensitogramelor developate și interpretarea datelor obținute, în sensul stabilirii relațiilor existente între expunere și densitățile apărute pe film.

Expunerea sensitogramelor — este o operație care trebuie, prin parametrii de expunere practicați, să simuleze condițiile de utilizare în practică a materialului aflat în studiu. Ea are loc în aparate care poartă numele universal acceptat, de sensitometre, denumire de fapt improprie, deoarece acestea nu sînt instrumente de măsură, ci de expunere.

Sensitometrul are următoarele părți componente principale:

— o sursă de lumină etalon a cărei alimentare și distanță pînă la materialul care trebuie expus sînt variabile și determinabile cu precizie. Producătorii de lămpi își însoțesc produsele lor cu fișe cuprinzînd valorile temperaturii de culoare ale luminii emise pentru diferite tensiuni de alimentare. Există deci posibilitatea reglării cu precizie a cantității și calității luminii emise de sursă;

— un sistem electro-mecanic care permite practicarea unor timpi diferiți de expunere și amplasarea unor filtre de corecție între sursă și materialul fotosensibil;

— un sistem de fixare a peliculei;

— un modulator de lumină.

Acesta din urmă, este un filtru gri în trepte (21 la număr în cazul sensitometrelor moderne), numit clin sensitometric de expunere. Fiecare treaptă prezintă o densitate mai mare cu o anumită valoare constantă, față de cea precedentă. Creșterea de densitate gri (constanta clinului, după cum i se mai spune) între două trepte (sau plaje) succesive este de obicei de 0,30, 0,15 sau 0,10.

Un astfel de clin de expunere reprezintă o abstractizare a repartizării strălucirilor reale ale unui subiect. În consecință, el simulează subiectul.

Calitatea expunerii (temperatura de culoare a sursei) trebuie de asemenea să reproducă condițiile în care este utilizat în practică materialul studiat.

De exemplu, dacă se expune în sensitometru un film reversibil color tip lumină de zi, trebuie ca lumina asigurată de sensitometru să fie similară și în acest caz va trebui ca lumina emisă de sursa de lumină a sensitometrului (de incandescență) să fie corectată cu ajutorul unor filtre potrivite. O hîrtie fotografică sau un film pozitiv color vor fi testate prin expunerea în lumina care corespunde celei din aparatele de copiat inclusiv simulări măștii portocalii a negativelor color.

Se procedează printr-un raționament asemănător pentru alegerea timpului de expunere: va fi rațional să se utilizeze un timp de expunere de exemplu de 1/100 pentru un material destinat captării imaginii și un timp de circa o secundă pentru o hîrtie fotografică.

Există, de asemenea, o formulă de calcul pentru stabilirea distanței lampă-film, astfel ca timpul stabilit împreună cu intensitatea iluminării să asigure simularea cantitativă în sensitometru a expunerii în practică a materialului testat.

Tabelul 25 cuprinde cîteva exemple de modificare cu ajutorul filtrelor a temperaturii de culoare a luminii sursei, în vederea adaptării ei la tipul de material utilizat.

Tabelul 25

Temperatura de culoare a sursei	Tipul de material fotosensibil	Filtrul necesar	Timpul de expunere, s
2850 K	Filme tip „lumină de zi"	80 B sau 80 C	1/50 — 1/100
2850 K	Filme tip „lumină de incandescență"	82 B	1/50 — 1/100
2850 K	Straturi fotosensibile pozitive color (hîrtie, filme)	Filtru anticaloric (anti IR) Filtru Wratten 2 B	1/10 — 1

După developarea materialului fotosensibil expus în sensitometru în condițiile arătate, reproducerea fotografică prezintă o imagine a clinului, negativă sau pozitivă, în funcție de modul de prelucrare practicat.

Pentru măsurarea treptelor de densitate ale sensitogramei în vederea stabilirii relației dintre acestea și expunerile diferite datorate modulării luminii de către clinul sensitometric se folosesc aparate de măsură, numite densitometre. Acestea funcționează pe baza unei celule fotoelectrice sau a unei fotorezistențe, care joacă rolul de receptor al fluxului luminos transmis de film (sau reflectat de hîrtie) și care se află în legătură cu un galvanometru a cărui scală de măsură este divizată în unități și subunități de densitate.

Se măsoară, după caz, densități de transmisie (pentru filme) sau densități de reflexie (pentru hîrtie).

În densitometria materialelor color, spre deosebire de materialele alb-negru, unde se efectuează o singură măsurătoare (cea a densității neutre argentice), sînt necesare trei măsurători. Acestea sînt menite să măsoare pentru fiecare plajă densitățile coloranților formați în fiecare dintre cele trei straturi

ale materialelor color, sensibile, după cum se știe, la albastru, la verde și respectiv la roșu.

Măsurătorile se fac de obicei succesiv, prin trei filtre avînd culorile fundamentale. Compararea valorilor obținute cu cele standard, recomandate de furnizorul de peliculă, permite desprinderea concluziilor necesare privind, fie calitatea unui anumit material fotosensibil, fie încadrarea sau nu, în norme a unui proces de prelucrare dat.

Cele trei filtre, avînd culorile fundamentale, sînt de o mare importanță în asigurarea preciziei măsurătorilor. Din acest motiv, ele au fost standardizate de organismele internaționale de profil și sînt cunoscute sub denumirea comună de filtre „status". Există 4 categorii de filtre status:

— status A — sînt folosite în densitometrele de transmisie pentru măsurarea materialelor destinate proiecției (diapozitive, pelicule pozitive etc.);

— status M — sînt folosite în densitometre similare pentru măsurarea negativelor color cu mască;

— status D — sînt folosite în densitometrele de reflexie pentru determinarea proprietăților hîrtiei fotografice color;

— status G — se utilizează în densitometre similare pentru măsurători în domeniul imaginilor tipografice.

Filtrele de aceeași culoare, aparținînd unor serii status diferite, se caracterizează prin mici diferențe în curbele de absorbție. Acestea au fost stabilite în vederea corelării lor cu diferențele dintre condițiile de măsurare a densităților pentru diferite tipuri de materiale: transmisie sau reflexie, sau între sortimentele de materiale măsurate prin transmisie, avînd, sau nu, mască colorată, etc.

XII

Unele situații „speciale" de utilizare a filtrelor

În acest ultim capitol s-a considerat ca utilă prezentarea unora dintre cazurile mai deosebite care reclamă în mod obligatoriu prezența filtrelor, și anume:

— Realizarea efectului de noapte în cinematografie
— Reproducerea în culori a desenelor de linii alb-negru.
— Proiecția stereoscopică
— Fotografierea imaginii de televiziune.
— Microscopia în lumină polarizată.
— Fotografia subacvatică.

1. REALIZAREA EFECTULUI DE NOAPTE ÎN CINEMATOGRAFIE*

Noaptea reprezintă un spectacol deosebit, pe care cinematograful îl exploatează ca pe o sursă de situații dramatice.

Realizatorii producțiilor cinematografice caută să profite cît mai mult de subtilele posibilități estetice și psihologice pe care le oferă atmosfera nocturnă, începînd cu explozia de lumină și culori ale serbărilor de noapte și încheind cu extrema sărăcie de lumină a unor locuri sordide și încărcate de mister.

Cu toate progresele realizate în fabricarea aparaturii și materialelor — obiective foarte „luminoase", pelicule a căror sensibilitate poate ajunge la 30° DIN — este încă dificil să se obțină un efect de noapte dramatic satisfăcător, filmînd noaptea reală. Astfel, fără un echipament de iluminare costisitor, cu o putere de zeci de kW, sînt puține șanse de reușită.

Din aceste motive se apelează de regulă, la o tehnică destul de simplă și eficace, numită „noapte americană" (day for night) care, cu luarea unor anume precauții, comportă filmarea scenelor ce vor reprezenta noaptea în producția finală, în timpul zilei.

* Majoritatea recomandărilor cuprinse în acest paragraf sînt valabile în egală măsură și pentru fotografie.

1. ELEMENTELE CARACTERISTICE NOPȚII REALE

Obținerea unui efect de noapte convingător, prin filmarea unei scene în plină zi, presupune mai întîi o bună cunoaștere a elementelor ce caracterizează noaptea reală.

Aceste elemente, a căror simulare este necesară pentru crearea la nivelul spectatorului a senzației de noapte reală, sînt următoarele:

O întunecare generală a cadrului acțiunii. Mari zone ale cadrului se găsesc în umbră. Ele limitează percepția detaliilor. Solul și mai ales cerul, emit puțină lumină, practic reprezintă zone de întuneric. Se constată o pierdere de claritate, volumele și mai ales culorile multora dintre elementele înconjurătoare nu mai pot fi distinse.

Fenomenul lui Purkinje. Structura retinei organului vizual joacă un rol fundamental în aprecierea culorilor. Receptoare a radiațiilor luminoase transmise de cristalin, ea conține extremitățile fotosensibile ale celulelor receptoare, bastonașele și conurile. S-a constatat că în viziunea nocturnă, conurile, avînd maximul de sensibilitate spectrală în zona galben-verde a spectrului, ies complet din funcțiune, astfel că procesul vederii se bazează exclusiv pe bastonașe al căror maxim de sensibilitate se situează în zona albastră a spectrului. Astfel, noaptea, ochiul devine mai sensibil la albastru și vederea nocturnă se caracterizează printr-o dominantă rece, de această culoare. Acest fenomen se află la baza acceptării nuanței albastre, drept o convenție a reprezentării nopții reale.

Un contrast de iluminare ridicat. Noaptea, sursele și petele de lumină sînt foarte vizibile. Iluminarea este foarte contrastă. Alături de zone însemnate aflate în umbră intensă, există lumini puternice: vitrine și ferestre luminate, surse ale iluminatului public, faruri de automobile, etc. Aceste surse sînt de obicei plasate în apropiere de sol și desenează pe acesta umbre lungi.

Efecte de siluetă. Detașîndu-se de un zid iluminat sau pe cerul doar foarte puțin mai luminos decît solul, personajele sau obiectele sînt lipsite de detalii. Accentul se pune, din acest motiv, pe contururile lor, în timp ce relieful pare să dispară.

Un anume contrast al culorilor. În scenele de noapte fondul are, în general, un aspect albastru. În cadru, sursele de lumină artificială, lămpile cu incandescență, lumînările, focul, par adesea foarte galbene. Aceasta în primul rînd datorită faptului că emit realmente o lumină cu o temperatură de culoare scăzută și, în al doilea rînd, pentru că galbenul, fiind complementar al albastrului, creează un contrast de culori foarte puternic, galbenul fiind și mai mult scos în evidență de vecinătatea complementarei sale. Acest efect poate fi utilizat pentru a mări credibilitatea efectului de noapte.

EFECTUL DE „NOAPTE AMERICANĂ"

După cum s-a mai arătat, acest efect se obține printr-o filmare în plină zi. Metoda constă într-o întunecare generală a imaginii, obținută prin subexpunere și o filtrare (sau o lipsă de filtrare) care să permită obținerea unor imagini cu dominantă albastră. La aceasta trebuie adăugați și alți factori care condiționează reușita efectului de napte:

— felul și direcția luminii (soare acoperit, soare plin, lumină de față, contralumină);

— absența, sau cel puțin întunecarea puternică a cerului și a solului;

— redarea corectă a fețelor personajelor.

Trebuie subliniat aici că procedeul negativ-pozitiv posedă o suplețe și o precizie greu de obținut în reversibil. Astfel, în procesul de realizare a copiei pozitive, etalonajul permite un ansamblu de corecții atît în acoperire (densități) cît și în culoare. Unii chiar se mulțumesc să obțină efectul lor de noapte doar în laborator, fără a recurge la precauțiile necesare în momentul filmării. Dar nu este suficient să se obțină copii mai închise și mai albastre. Este ușor de identificat o secvență filmată normal, ziua și modificată doar în laborator.

În sistemul reversibil, luarea vederilor cere o mare precizie, fie că se lucrează în condiții normale, fie în vederea obținerii efectului de noapte; doar încercări riguroase, efectuate în prealabil cu pelicula, machiajul și aparatul de filmat, aflate la dispoziție, asigură determinarea reglajelor corecte.

În concluzie, pentru obținerea efectului de noapte, indiferent de procedeul folosit (reversibilul fiind mai pretențios) trebuie luate măsuri din faza filmării, după cum urmează:

Obținerea subexpunerii și a dominantei albastre

Dacă se lucrează cu o peliculă echilibrată pentru lumină de incandescență (caz aproape general în cinematografia profesională), aceasta necesită pentru filmările normale în exterior un filtru de conversie portocaliu din seria Wratten 85. Absența acestuia face ca temperatura de culoare a luminii de zi să nu mai fie redusă la cea pentru care este echilibrat filmul, și astfel imaginea va căpăta o dominantă albastră. De remarcat că în acest mod sensibilitatea nominală a peliculei poate fi folosită integral, nemai fiind modificată de factorul filtrului. Dominantei albastre astfel obținute, trebuie să i se adauge o întunecare generală a imaginii. Pentru aceasta se execută probe de expunere cu 1, 1, 1/2 și 2 diviziuni de diafragmă mai închise decît valoarea de diafragmă care asigură expunerea normală.

Pentru alegerea parametrilor optimi de expunere, trebuie să se examineze în proiecție copiile pozitive* corespunzătoare negativelor diferit expuse. Aspectul umbrelor, redarea nuanțelor culorilor, și a detaliilor, vor constitui criteriile de alegere a variantei celei mai favorabile scopului urmărit.

Filmele echilibrate pentru lumină artificială de incandescență, utilizate în lumină de zi, fără filtru de conversie, pot prezenta uneori dominante albastre prea puternice. În aceste cazuri se preferă utilizarea unui filtru de corecție din seria Wratten 81. Acesta nu elimină complet dominanta albastră și aceasta, împreună cu o subexpunere de circa 1 1/2 diafragme, poate furniza un aspect de noapte corespunzător.

La filmele tip lumină de zi dominanta albastră se obține cu ajutorul filtrelor din seriile 80 (conversie) sau 82 (corecție). Combinația „peliculă lumină de zi + filtru 80 A" echivalează cu o peliculă echilibrată pentru lumină de incandescență utilizată în exterior, fără filtru 85 B. De menționat că filtrele albastre absorb mult mai multă lumină decît filtrele portocalii la o corecție de temperatură de culoare echivalentă.

Un alt factor important îl reprezintă felul iluminării: soare strălucitor sau soare acoperit. Fiecare caz are adepții, adversarii, calitățile și defectele sale.

* Pentru obținerea copiilor pozitive se vor folosi paramet[illegible]d de copiere pentru un negativ etalon fără nici o intervenție din partea etalonajului [illegible]ctarea diferențelor din original.

În ceea ce privește efectul de noapte obținut printr-o filmare în plin soare, direcția luminii joacă un rol fundamental. De obicei se preferă imaginile în care umbrele sînt îndreptate către aparatul de filmat. Contralumina totală accentuează însă prea puternic siluetele personajelor și contururile obiectelor, astfel că o bună orientare constă în a plasa personajele și aparatul de luat vederi astfel încît lumina să vină în „contre jour" în proporție de trei sferturi. Se obține astfel o bordură luminoasă a figurilor, reflexe în părul personajelor și o mai mare impresie de profunzime. Îmbrăcînd actorii în haine mai deschise, efectul va fi și mai convingător.

O altă problemă cu care este confruntat operatorul este aceea a redării cerului și solului. În noaptea reală, acestea sînt de obicei închise, sumbre. Ziua, chiar în subexpunere, ele prezintă în imaginea de pe film o strălucire mare, care trebuie atenuată. Trebuie eliminată mai ales lumina emisă de cer.

Pentru aceasta, sînt posibile trei tehnici diferite:
— filmarea în „plonjeu", cu eliminarea cerului din cadru;
— utilizarea filtrului de polarizare;
— utilizarea filtrelor în „degradé".

Dacă cerul este albastru deschis, trebuie eliminat din imagine printr-un cadraj judicios. Dacă este de un albastru mai intens, cu o orientare adecvată a direcției de filmare, se poate obține o saturare puternică a culorii cerului, sau chiar aproape o eliminare completă a luminii acestuia cu ajutorul unui filtru de polarizare și cu o subexpunere corespunzătoare. În acest ultim caz se renunță la contrejour, întrucît aparatul de filmat trebuie să se afle „cu spatele" la soare.

Adepții filmării pe timp de soare acoperit au probleme mai multe de rezolvat. Filtrul de polarizare nu mai poate avea nici o influență. În acest caz, trebuie să se elimine cerul din cadraj sau să se apeleze la filtrele în degradé, a căror parte densă să „înnegrească" cerul.

Dar acestea, ca de fapt și filtrul de polarizare, au defectul (inexistent în lucrările fotografice) de a „interzice" mișcările camerei de luat vederi, deoarece în acest caz acționează inegal asupra întregului spațiu filmat. Este deci necesar ca la filmare aparatul să fie fixat pe trepied, și, pe cît posibil, să se păstreze aceeași direcție a luminii; dacă secvența comportă mai multe planuri.

Omul este în majoritatea situațiilor subiectul principal al unui film. Din acest motiv, cineastul este confruntat permanent cu un element caracteristic al ființei umane: culoarea pielii. Lucrînd în subexpunere și cu o dominantă generală albastră a imaginii, fețele capătă adesea o nuanță vineție neplăcută. Acest inconvenient poate fi rezolvat printr-un machiaj potrivit sau prin utilizarea unei iluminări suplimentare a fețelor cu surse de lumină care să compenseze lipsa filtrului (pentru filmele 3 200 K) sau prezența filtrului albastru (pentru filmele 5 500 K).

La cele arătate mai sus, se adaugă și recomandarea ca în cadru să fie plasate surse de lumină artificială astfel alese, încît, cu toată dominanta albastră, acestea să fie redate cît mai galbene în imagine (de exemplu ferestre iluminate, felinare etc.). Spectatorul poate fi influențat în convingerea sa că asistă la o scenă de noapte realmente filmate dacă i se furnizează în timpul proiecției și alte elemente ajutătoare care fac parte din redarea cinematografică a nopții, cum sînt de exemplu o muzică adecvată, cîntecul greierului etc.

2. REPRODUCEREA ÎN CULORI A IMAGINILOR DE LINII

Imaginile „de linii" (text, desene, scheme, grafice, hărți etc.), ocupă un loc important în conținutul unei diaporame, unui film sau a unei conferințe însoțite de prezentarea unor diapozitive, completînd adeseori decisiv informațiile furnizate de către imaginile fotografice obișnuite, „cu semitonuri".

Imaginile de linii trebuie să îndeplinească simultan două condiții: să fie cît mai vizibile și să nu fie obositoare pentru spectator. În plus, dacă este posibil, să apară cît mai agreabile ochiului acestuia.

În numeroase cazuri, datorită comodității în execuție, realizatorii se mulțumesc să ofere în proiecție texte sau desene negre pe fond alb. Sistemul „negru pe alb" deși poate să-și îndeplinească datoria sa de informare a spectatorului, are o serie de dezavantaje. În primul rînd lizibilitatea este redusă mai ales dacă textul, de exemplu, este realizat cu caractere de literă subțiri, întrucît spectatorul este „orbit" și obosit de suprafața mare, luminoasă a fondului. În al doilea rînd, fondul alb este foarte favorabil punerii în evidență, la proiecție, a impurităților sau uzurii peliculei care apar mai ales în cazul filmelor proiectate frecvent sau, manipulate neglijent. În sfîrșit, un desen sau text de generic*, de exemplu, apar în alb-negru „sărace" din punct de vedere estetic, mai ales cînd fac parte dintr-o proiecție color.

Din acest motiv este preferabil să se proiecteze litere sau scheme albe sau colorate pe fond negru sau colorat. Dacă se folosesc litere negre este preferabil de asemenea un fond colorat. În cazul fondului alb se recomandă litere cu caractere mai groase, reproduse în culori. În felul acesta lizibilitatea este mult îmbunătățită ca de altfel și „impresia artistică". Unele culori de fond pot avea o influență odihnitoare asupra ochiului, ceea ce nu este lipsit de importanță.

Se pot obține cu ușurință litere de o anumită culoare pe un fond de o altă culoare, dacă pentru „scrierea" originalului ce urmează a fi înregistrat pe peliculă se dispune de literele și hîrtia sau cartonul pentru fond avînd culorile dorite. Dacă hîrtia colorată este mai ușor de procurat, în schimb literele „de transfer" (de tip „lettraset") disponibile sînt fie negre, fie albe, iar graficele, desenele etc., se realizează aproape exclusiv negru pe alb, cu cerneală, tuș, creion etc.

În cele ce urmează se va arăta cum cu ajutorul:

— a trei filtre colorate;

— al unor litere de transfer albe sau negre;

— al unor materiale de fond, albe sau negre,

se pot obține 38 de combinații de culoare literă/culoare fond, diferite.

Prima condiție ce trebuie îndeplinită pentru punerea în practică a sistemului este de a se dispune de un set de trei filtre avînd culorile fundamentale, roșu verde și albastru, cu curbe de absorbție avînd aluri bine stabilite și denumite filtre *stricte* sau de *selecție*. Ele transmit teoretic numai o treime din spectrul vizibil. Astfel de filtre sînt de ex. filtrele de gelatină Kodak Wratten pentru selecție tricromă nr. 29 (roșu), nr. 61 (verde) și nr. 47 B (albastru).

O a doua condiție este existența unui aparat de fotografiat care să permită expunerea multiplă a aceleiași fotograme*.

În al treilea rînd trebuie să se respecte condiția ca iluminarea să corespundă temperaturii de culoare pentru care filmul întrebuințat (de obicei reversibil) a fost echilibrat.

Textul (desenul) original va fi scris (desenat) cu caractere (linii) albe pe fond negru sau negre pe fond alb.

Se pot asigura, după cum s-a mai arătat, 38 combinații coloristice literă/fond. Aceasta nu înseamnă că toate acestea vor asigura o bună lizibilitate, o „împerechere" armonioasă a culorilor sau o proiecție neobositoare. Rămîne la latitudinea utilizatorului ca să aleagă, în funcție de priceperea, de gustul sau și de coloristica restului materialului prezentat, să aleagă varianta sau variantele cele mai potrivite.

Obținerea tuturor celor 38 de variante doar cu ajutorul a trei filtre se bazează pe principiul sintezei aditive a culorilor (v. cap. II.)

Astfel, dacă se fotografiază** succesiv o suprafața albă (o foaie de hîrtie, de exemplu) prin cele trei filtre, roșu, verde și albastru, luate cîte unul, fără ca filmul din aparatul fotografic să avanseze, se obține o „imagine" albă (suprafața fotogramei uniform albă).

Dacă se fotografiază acea foaie de hîrtie numai prin două dintre filtrele stricte, se obține o „imagine" avînd culoarea complementară reprezentînd „suma" culorilor fundamentale ale filtrelor respective, conform egalităților:

albastru + verde = azuriu (complementar roșului)
albastru + roșu = purpuriu (complementar verdelui)
roșu + verde = galben (complementar albastrului)

În sfîrșit, dacă fotografierea se face doar cu un filtru, evident filmul va prezenta o fotogramă avînd culoarea filtrului respectiv.

Dacă se rețin aceste rezultate, este ușor să se înțeleagă cum este posibil să se obțină toate combinațiile cromatice literă/fond cu ajutorul a trei filtre pornind numai de la cele două variante literă/fond în alb-negru:

— original constituit din litere*** negre pe fond alb;
— original constituit din litere albe pe fond negru.

ORIGINAL (TITLU, DE EXEMPLU) CONSTITUIT DIN LITERE NEGRE PE FOND ALB

O singură expunere fără filtru produce o imagine cu litere negre pe fond alb.

O expunere prin unul dintre filtre are drept rezultat litere negre pe un fond albastru, verde sau roșu (3 combinații).

Două expuneri succesive dau posibilitatea de a se proceda în două moduri:

— Titlul este fotografiat, de exemplu, prima dată, printr-un filtru verde apoi, fără deplasarea filmului, printr-un filtru roșu. Literele negre nu impresionează filmul, ele apărînd deci negre pe film. Fondul impresionat de două ori, va fi redat pe film prin galben, culoarea rezultată aditiv din roșu și verde (3 combinații).

* Pentru filmare, pelicula este supusă unei expuneri multiple, după rularea ei cu începutul, după fiecare expunere, în aparatul de filmat sau cu un derulator, în camera obscură.
** În cazul filmării, este necesar ca după filmare cu un anumit filtru, pelicula să fie rulată înapoi cu începutul în vederea expunerii cu filtrul următor.
*** Este evident că ceea ce se obține pentru litere este valabil și pentru desene, grafice etc.

— Titlul este fotografiat printr-un filtru roșu, apoi, fără să se deplaseze filmul, se fotografiază o foaie de hîrtie albă printr-un filtru verde, de exemplu. La prima expunere prin filtrul/roșu, doar fondul a expus filmul, spațiul ocupat de litere rămînînd neexpus pe film. La cea de a doua expunere, întreaga suprafață a filmului va fi impresionată prin filtrul verde. În consecință, fondul expus de două ori va apărea pe film galben (roșu + verde) iar spațiul literelor expus doar o dată, prin filtrul verde, va fi redat, evident, verde. Rezultatul: litere verzi pe fond galben (6 combinații).

Trei expuneri succesive comportă de asemenea două variante:

— Titlul este expus de două ori prin două filtre diferite, apoi se expune o foaie albă, prin cel de-al treilea. Fondul care este alb pe original impresionează filmul de fiecare dată în cele trei expuneri. El va apărea deci alb pe film (albastru + verde + roșu = alb). Literele, în schimb, impresionează filmul numai în timpul celei de a treia expuneri cînd au fost substituite cu o suprafață albă, așa că ele vor fi redate prin culoarea ultimului filtru întrebuințat, adică printr-una dintre culorile primare. (3 combinații).

— Titlul este expus o dată, foaia albă de două ori. Fondul rezultat primind trei expuneri prin cele trei filtre, este alb. Suprafața ocupată de litere a impresionat filmul de două ori în cursul ultimelor două expuneri. Literele vor apărea deci colorate în una dintre cele trei culori complementare, fiecare reprezentînd suma culorilor ultimelor două filtre întrebuințate (trei combinații).

Tabelul 26 prezintă cele 19 combinații de culori ce se pot obține fotografiind un original cu litere negre pe fond alb.

Tabelul 26

Nr. de expuneri succesive	Filtre utilizate pentru a impresiona succesiv				Culori rezultate pe film	
	Titlul	Titlul	Un fond alb	Un fond alb	Literele	Fondul
	Fără filtru				Negre	Alb
1	Roșu				Negre	Roșu
	Verde				Negre	Verde
	Albastru				Negre	Albastru
	Roșu	Verde			Negre	Galben
	Albastru	Verde			Negre	Azuriu
	Albastru	Roșu			Negre	Purpuriu
2	Roșu		Verde		Verzi	Galben
	Verde		Roșu		Roșii	Galben
	Albastru		Verde		Verzi	Azuriu
	Roșu		Albastru		Albastre	Purpuriu
	Verde		Albastru		Albastre	Azuriu
	Albastru		Roșu		Roșii	Purpuriu
	Roșu	Verde	Albastru		Albastre	Alb
	Verde	Roșu	Roșu		Roșii	Alb
	Albastru	Roșu	Verde		Verzi	Alb
3	Roșu		Verde	Albastru	Azurii	Alb
	Verde		Albastru	Roșu	Purpurii	Alb
	Albastru		Roșu	Verde	Galbene	Alb

ORIGINAL CONSTITUIT DIN LITERE ALBE PE FOND NEGRU

O expunere *fără filtru* produce litere albe pe fond negru.

O expunere *prin unul dintre filtre* are drept rezultat litere de culoarea filtrului utilizat, pe fond negru (3 combinații).

Două expuneri succesive dau posibilitatea de a se proceda în două moduri:

— Titlul este fotografiat succesiv prin două filtre, literele capătă una dintre culorile complementare, iar fondul rămîne negru (3 combinații).

— Titlul este fotografiat o singură dată prin unul dintre cele 3 filtre, apoi se fotografiază o foaie de hîrtie albă prin altul. Literele albe sau spațiul ocupat de ele impresionează de două ori filmul; ele vor căpăta deci una dintre culorile complementare. Fondul impresionează filmul în timpul celei de-a doua expuneri. El va fi deci de culoarea ultimului filtru utilizat (6 combinații).

Trei expuneri succesive comportă de asemenea două variante.

— Titlul este fotografiat de două ori prin două filtre diferite, apoi se fotografiază o foaie albă prin al treilea. Literele și spațiul ocupat de ele impresionează filtrul de fiecare dată în cele trei expuneri. Ele vor apărea în final, pe film, albe. Fondul impresionează filmul numai în timpul ultimei expuneri. El va avea culoarea acestui din urmă filtru (3 combinații).

— Titlul este fotografiat o dată prin unul dintre filtre, apoi o foaie de hîrtie albă este fotografiată de două ori prin celelalte două filtre. Literele vor fi albe, dar fondul care a impresionat filmul de două ori va avea una dintre culorile complementare (3 combinații).

Tabelul 27 rezumă aceste 19 cazuri diferite.

Tabelul 27

Nr. de expuneri succesive	Filtre utilizate pentru a impresiona succesiv: Titlul	Titlul	Un fond alb	Un fond alb	Culori rezultate pe film: Literele	Fondul
	Fără filtru				Albe	Negru
1	Roșu				Roșii	Negru
	Verde				Verzi	Negru
	Albastru				Albastre	Negru
	Roșu	Albastru			Purpurii	Negru
	Verde	Albastru			Azurii	Negru
	Verde	Roșu			Galbene	Negru
2	Roșu		Verde		Galbene	Verde
	Verde		Roșu		Galbene	Roșu
	Albastru		Verde		Azurii	Verde
	Roșu		Albastru		Purpurii	Albastru
	Verde		Albastru		Azurii	Albastru
	Albastru		Roșu		Purpurii	Roșu
	Roșu	Verde	Albastru		Albe	Albastru
	Albastru	Roșu	Verde		Albe	Verde
	Albastru	Verde	Roșu		Albe	Roșu
3	Roșu		Verde	Albastru	Albe	Azuriu
	Verde		Roșu	Albastru	Albe	Purpuriu
	Albastru		Roșu	Verde	Albe	Galben

Determinarea expunerii se poate baza pe următoarele recomandări de bază: în raport cu expunerea corectă a aceluiași original fără filtru, trebuie să se deschidă diafragma cu 2 — 2,5 diviziuni, dacă se face o singură expunere, cu 1,5 — 2 diviziuni dacă se fac două expuneri și cu 1 — 1,5 diviziuni, dacă se fac trei expuneri. Se ține astfel seama de coeficienții filtrelor și de faptul că pot avea loc una, două sau trei expuneri succesive.

Expunerea corectă a unui desen de linii se determină cel mai sigur înlocuindu-l, la măsurarea exponometrică, cu o suprafață gri cu reflexie de 18%.

Expunerea nu este însă foarte critică. Expunerile diferite față de cele optime conduc la culori mai mult sau mai puțin saturate sau la o modificare a culorilor. Totul depinde de ceea ce se urmărește: fie o lizibilitate maximă a textului, fie culori care asociate prezintă o oarecare armonie, fie, în sfîrșit, un fond care este odihnitor pentru privitor. Anumite culori sînt „agresive" (galben, portocaliu, roșul), altele sînt, dimpotrivă, odihnitoare (verdele, albastrul, azuriul). De aceea, acestea din urmă sînt preferate pentru fond.

Este posibil să se obțină nuanțe diferite ale culorilor complementare, variind expunerea relativă prin fiecare filtru. Totul depinde de culoarea primară cu care acestea se vor asocia. Astfel, în cazul galbenului, de exemplu, acesta poate deveni galben — verde sau galben — portocaliu. Avînd un fond verde, vor fi preferate litere galben — portocalii , mai degrabă decît galben — verzi.

Un diapozitiv reprezentînd titluri colorate pe fond alb, adică transparent la nivelul diapozitivului, poate servi să dubleze un diapozitiv al unui peisaj, de exemplu. Titlul trebuie să se afle pe o porțiune deschisă, transparentă a imaginii diapozitivului reprezentînd peisajul, cer, de exemplu, fondul transparent al diapozitivului — titlu, nemodificînd restul diapozitivului — peisaj.

După cum s-a mai arătat în cuprinsul acestui paragraf, stăpînirea acestei tehnici simple a reproducerii în culori a desenelor de linii este extrem de utilă celor ce realizează diaporame sau filme și doresc ca acestea să fie cît mai explicite, dar într-un mod lizibil, odihnitor și estetic.

3. PROIECȚIA STEREOSCOPICĂ

Stereoscopia, senzația de vedere în relief sau, cu alte cuvinte, senzația de profunzime a cîmpului vizual, de volum al obiectelor, se datorește vederii noastre binoculare (cu doi ochi).

Datorită distanței la care se află, numită distanță interpupilară, ochii captează simultan două imagini ușor diferite ale aceluiași subiect. Printr-un proces de fuziune care are loc în creier, cele două imagini sînt prezentate sub forma unei imagini unice, dar în relief, a obiectului respectiv.

Impresia de relief poate fi recreată la nivelul unui observator, dacă două fotografii, obținute cu o separare identică (aparat de fotografiat prevăzut cu două obiective plasate la o distanță similară celei interpupilare), sînt examinate simultan dar separat de către cei doi ochi ai săi.

Primele aparate care permiteau astfel de condiții de observare, numite stereoscoape, foloseau un sistem de lentile si „bariere", astfel încît vederea

fiecărui ochi era limitată la imaginea care îi era adresată. Mai tîrziu, imaginile au fost produse în două culori complementare, iar examinarea lor era limitată cu ajutorul unor filtre similare. Acest sistem permitea ca imaginea să fie proiectată unui public dotat cu ochelari prevăzuți cu astfel de filtre. Versiunea modernă a proiecției stereoscopice, pe bază de filtre, face apel la fenomenul de polarizare a luminii (vezi cap. VIII).

Astfel, cele două imagini, care pot fi și color*, sînt proiectate pe un același ecran, cu ajutorul a două dispozitive de proiecție, prevăzute cu filtre de polarizare pe obiectiv.

În aceste condiții, spectatorii (dotați și ei cu ochelari de polarizare) văd imaginea captată cu obiectivul din dreapta, numai cu ochiul drept și imaginea obiectivului din stînga, numai cu ochiul stîng, și percep imaginile proiectate, în relief.

Ecranul de proiecție trebuie să fie în mod obligatoriu metalizat, pentru ca polarizarea inițială a fascicolelor de lumină care formează imaginile, să rămînă neschimbată prin reflexie.

Figura 22 prezintă schematic proiecția stereoscopică pe bază de filtre de polarizare.

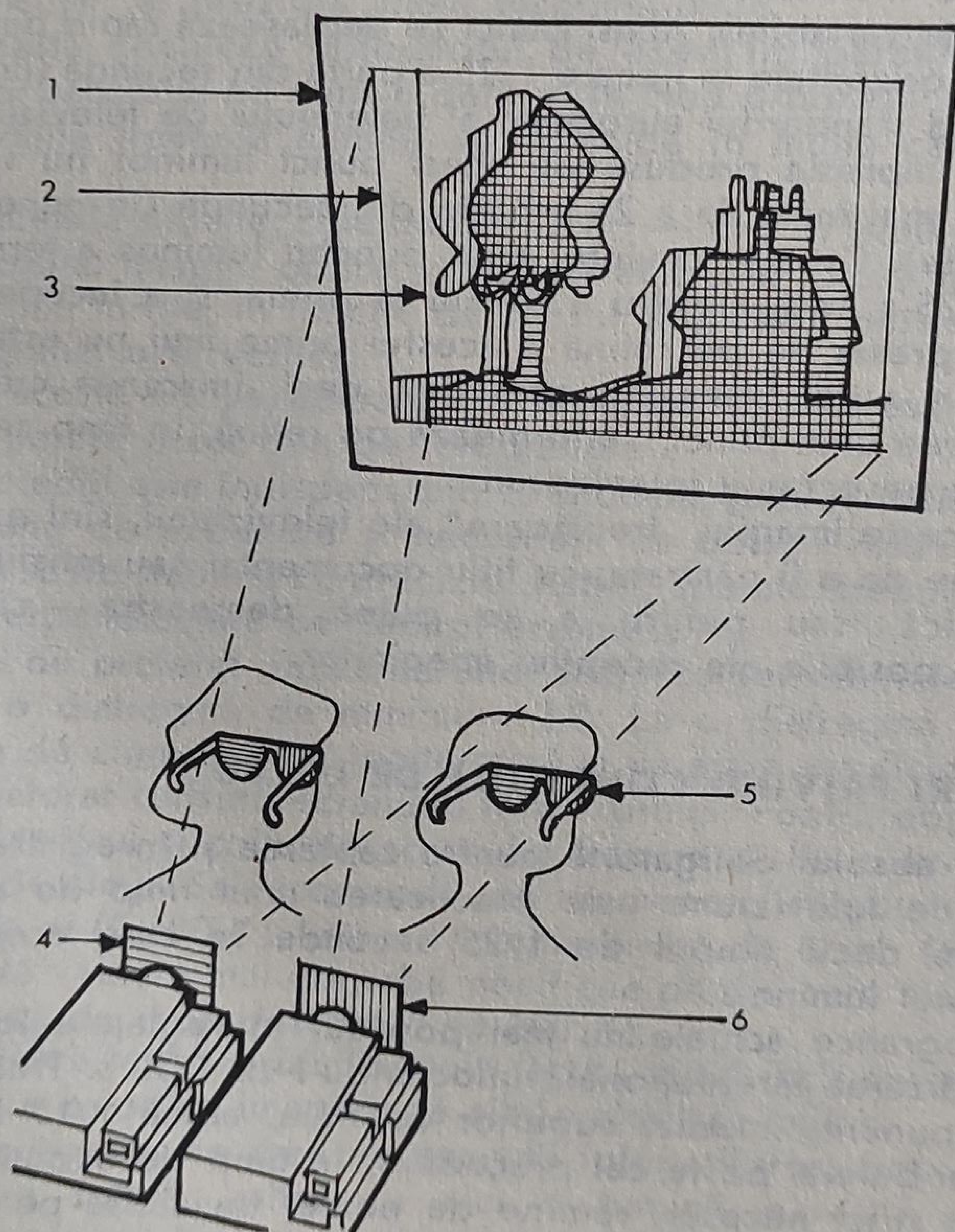


Fig. 33. Proiecția stereoscopică:
1 — ecran; *2* — imaginea pentru ochiul stîng; *3* — imaginea pentru ochiul drept; *4* — filtru de polarizare a luminii în plan orizontal; *5* — ochelari cu filtre de polarizare; *6* — filtru de polarizarea luminii în plan vertical.

* Filtrele de polarizare, fiind neutre, nu afectează echilibrul culorilor imaginilor proiectate.

4. FOTOGRAFIA IMAGINII COLOR DE TELEVIZIUNE

Imaginea de televiziune alb-negru sau color poate fi înregistrată pe peliculă, cu rezultate satisfăcătoare. Pentru a înțelege măsurile ce se iau în vederea reușitei, ca și limitele calitative ale imaginilor fotografice obținute, este necesar mai întîi să se cunoască particularitățile imaginii „electronice".

IMAGINEA DE TELEVIZIUNE

În realitate, imaginea strălucitoare și policromă oferită de televiziunea color nu este decît o iluzie. Creatorii televiziunii au profitat de performanțele mediocre ale ochiului care este incapabil să distingă o succesiune prea rapidă de mesaje. O stea căzătoare, de exemplu, este percepută ca o linie luminoasă pe cer, în vreme ce ea reprezintă doar un punct, aflat într-o deplasare rapidă. La fel, o lanternă aflată la capătul unei sfori și făcută să se rotească cu o anumită viteză în întuneric se vede ca un cerc luminos. Pe ecranul televizorului nu există niciodată o imagine, ci un punct luminos în mișcare (cu străluciri și nuanțe variabile). Acest punct se deplasează rapid parcurgînd succesiv 625 de linii orizontale în fiecare 1/25-a parte din secundă (linii fictive desigur), acesta fiind standardul european al baleiajului de televiziune. Dar pe retina ochiului, impresia produsă de acest punct luminos nu se șterge imediat. Ea persistă mai mult de a 25-a parte din secundă (în general între 1/10 și 1/15 secunde). Cu alte cuvinte, cînd punctul luminos a terminat de parcurs cea de-a 625-a linie, pentru a reveni la prima, și a începe un nou ciclu de baleiaj, impresia de pe retină a acestei prime linii nu este ștearsă și cu atît mai puțin a celorlalte. În acest fel, deci, imaginea creeată pe ecran, prin deplasarea unui punct, se formează pe retină, în timp ce ea este absentă în realitate pe ecranul televizorului.

Multe dintre aceste imagini „trecătoare" ale televiziunii, sînt extrem de interesante și demne de a fi păstrate, cu titlu documentar sau artistic, pentru valoarea lor tehnică, sau pentru a se putea demonstra — cînd este cazul — rezultatele posibile ale recepției imaginilor.

RECOMANDĂRI PRIVIND CONDIȚIILE DE LUCRU

Prima condiție absolut obligatorie pentru captarea și înregistrarea unei imagini complete de televiziune este practicarea unui *timp* de expunere egal sau mai mare decît timpul de 1/25 secunde în care aceasta este „desenată" de spotul luminos.

Aparatele fotografice actuale nu mai posedă, în reglajele lor, timpul de 1/25 s, standardizarea internațională înlocuindu-l cu 1/30 s. Trebuie deci ales timpul de expunere, imediat superior acestuia, adică 1/15 s. Ușoara „încălecare" a unui baleiaj peste cel precedent, în timp de expunere, ceva mai lung decît cel strict necesar, rămîne de obicei invizibilă pe imaginea fotografică. Dacă însă se lucrează cu un timp și mai lung, de exemplu 1/4 s, se produce suprapunerea mai multor imagini, însoțite de apariția unor benzi orizontale de supraexpunere și de o pierdere de claritate. Dimpotrivă, dacă se alege un timp de expunere mai scurt, de exemplu 1/60 s, o parte din imagine va fi absentă, ceea ce se va traduce prin una sau două benzi orizontale negre pe fotografie.

Timpul de expunere fiind impus de durata unei imagini TV, expunerea corectă a filmului se va asigura, în funcție de sensibilitatea sa, prin reglarea corespunzătoare a diafragmei.

Aceasta nu prezintă nici o dificultate, exponometrul încorporat în aparat, sau unul separat, putînd fi utilizat la măsurare, ca și în cazul fotografierii unor subiecte obișnuite. Este important ca, la măsurători, instrumentele să nu cuprindă, în suprafața lor de măsurare suprafețele întunecate, înconjurătoare ecranului (carcasa televizorului, fundalul aflat în umbră al televizorului), pentru că, în caz contrar, pot rezulta „citiri" eronate avînd drept rezultat supraexpunerea filmului.

Dar nu numai parametrii de expunere (mai ales timpul) sînt importanți, ci și *tipul de obturator*.

Obturatorul central obișnuit cu lamele (iris, compur) sau cel de tip ghilotină, care se deschide și se închide dintr-o dată, nu ridică nici un fel de probleme.

Spre deosebire de acestea, tipul de obturator cu perdele, conținînd două perdele mobile, care se deplasează prin fața suprafeței sensibile și lasă să treacă lumina printr-o fantă de lățime reglabilă, asigură în mod normal rezultatele optime pentru fotografierea unor subiecte obișnuite, dar, în acest caz particular, el prezintă unele inconveniente.

Aceasta deoarece obturatorul de acest tip permite impresionarea suprafețelor sensibile nu dintr-o dată, ci în mod progresiv, iar deplasarea fantei care permite trecerea luminii nu coincide în multe cazuri cu spotul luminos.

În această situație, cele două mișcări — spot și fantă — se compun, avînd drept rezultat imagini oblice, cînd aparatul este folosit în poziție orizontală, alungite sau turtite, în funcție de sensul deplasării perdelelor, dacă aparatul de fotografiat este vertical.

Din aceste motive, aparatele cu obturator cu perdea trebuie pe cît posibil, evitate, pentru acest gen de fotografiere.

Trepiedul este indispensabil, ca și *declanșatorul flexibil*, datorită timpului relativ lung de expunere și necesității ca poziția relativă a aparatului față de ecran să fie stabilită cu precizie. Astfel, aparatul trebuie să aibă axa obiectivului perpendiculară pe centrul ecranului.

Este de preferat utilizarea unor *filme* cu sensibilitate mai mare, care să permită o diafragmă de minimum 2,8. La o diafragmă mai deschisă, profunzimea de cîmp devine foarte mică și ca atare insuficientă să compenseze efectul datorat curburii ecranului televizorului. Pentru obținerea unei clarități maxime, centrul și colțurile ecranului trebuie să fie cuprinse în limitele profunzimii de cîmp. Se recomandă, de asemenea, întrebuințarea unor filme tip lumină de zi (5 500 K), întrucît lumina emisă de ecran (6 500 K) se apropie de această valoare mai degrabă decît cea pentru care sînt echilibrate filmele tip „lumină de incandescență" (3 200 K).

Reglarea televizorului trebuie făcută astfel încît contrastul, luminozitatea și saturația culorilor imaginii să aibă valori de mijloc.

În încăperea în care se execută fotografierea, trebuie să se asigure o obscuritate totală, astfel ca nici o lumină parazită să nu „cadă" pe ecran. În caz contrar, se produce o scădere a contrastului, însoțită de desaturarea culorilor.

Punctul cel mai delicat al înregistrării imaginilor TV în culori îl constituie filtrarea. O imagine TV color reglată optim vizual produce pe film imagini reci, albastre-verzui. Aceasta deoarece imaginea TV este de fapt o sursă de lumină fluorescentă.

Dacă acceptăm extinderea noțiunii de temperatură de culoare și la astfel de surse care prezintă discontinuități în spectru, valoarea ei este de 6 500 K. Este deci necesară în primul rînd reducerea cantității de lumină albastră. Aceasta se realizează cu ajutorul unui filtru de compensare de culoare galbenă.

În afară de compensarea excesului de radiații albastre, mai trebuie făcută o intervenție în compoziția spectrală a luminii emise de ecran, datorită prezenței în spectrul ei, cu discontinuități, a unei benzi izolate din zona verde a spectrului.

Această componentă din zona verde, care nu este sesizată de ochi, produce dominante în fotografie și trebuie reținută. Aceasta se face cu ajutorul unui filtru de culoare complementară, purpuriu.

Filtrele necesare fac parte din grupul celor de compensare, galben și purpuriu, cu densități mici sau medii (CC 20, CC 30). În lipsa filtrelor de compensare, se pot folosi, în caz de necesitate, filtre de gelatină de copiere, avînd culorile și densitățile similare, cu acceptarea unei oarecari pierderi de claritate.

Tot ce s-a arătat este valabil și pentru filmele tip „lumină de zi" (5 500 K). Pentru filmele tip „lumină de incandescență" (3 200 K), la filtrele de mai sus, trebuie adăugat un filtru de conversie (85, *B*). În acest caz, ținînd seama de pierderea de sensibilitate datorată absorbției filtrelor, trebuie făcut apel la filme cu sensibilitate mai ridicată (24 — 27° DIN).

Fotografierea în alb-negru a imaginii de televiziune trebuie să respecte recomandările de mai sus, evident fără cele referitoare la filtrare.

Fotografierea în culori a unei imagini de televiziune alb-negru produce imagini albastre ale ecranului. Dominanta poate fi eliminată, de asemenea făcînd apel la filtre de compensare.

Dat fiind faptul că „subiectul" despre a cărei fotografiere s-a discutat este de fapt o sursă de lumină, este în acest caz necesar, mai mult ca în orice altă situație, ca fotografierea propriu-zisă să fie precedată de probe minuțioase prealabile în vederea stabilirii condițiilor optime de expunere.

Recomandările de mai sus, prezentate pe scurt, sînt următoarele:

— aparat de fotografiat cu obturator central, fixat pe trepied;
— peliculă color tip „lumină de zi";
— televizor reglat pe valori medii;
— absența oricărei alte surse de lumină în încăperea de lucru;
— timp de expunere — 1/15 secunde;
— sensibilitatea peliculei suficientă pentru a se lucra cu diafragma nu mai deschisă de valoarea 2,8;
— filtre galben și purpuriu, cu valori permițînd absorbția surplusului de radiații albastre și verzi, CC 20 sau CC 30.

Planșa 34 cuprinde înregistrarea în alb-negru și color a mirei de televiziune în diferite condiții de expunere.

5. MICROSCOPIA ÎN LUMINĂ POLARIZATĂ

Microscopia în lumina polarizată este o tehnică cu numeroase aplicații în activitatea industrială și de cercetare științifică permițînd analiza cantitativă și calitativă a amestecurilor de substanțe. Totodată acest sistem de investigație prezintă interes și pentru fotografia artistică deoarece unele substanțe, chiar

incolore, aflate în stare de microcristale devin extrem de „fotogenice" cînd sînt examinate prin microscop în lumina polarizată.

Fotografiile prin microscop — microfotografiile — acestora etalează culori de o mare varietate și frumusețe, cu un pronunțat caracter decorativ.

Culorile apar datorită interferenței în straturi subțiri a luminii polarizate. Pentru observarea și fotografierea efectelor acestui fenomen, microcristalele (cazuri particulare ale straturilor subțiri de interferență) trebuie iluminate din spate cu lumina polarizată și examinate la microscop din direcție opusă printr-un filtru de polarizare. Filtrul plasat pe sursă poartă denumirea de polarizor iar cel prin care se face observarea sau fotografierea, și care este plasat pe ocularul microscopului se numește analizor.

Punerea în aplicare a acestui procedeu, necesită următoarea dotare:

— un microscop cu grosismentul (puterea de mărire) de minimum ×50;

— un aparat de fotografiat reflex cu obiectiv interșanjabil;

— un sistem de adaptare a corpului aparatului la microscop, astfel încît acesta din urmă să devină obiectivul fotografic al sistemului;

— două filtre de polarizare;

— o sursă de lumină.

Sursa de lumină este necesară numai în cazurile în care microscopul nu este prevăzut el însuși cu sursa proprie pentru iluminarea preparatelor microscopice. În aceste situații cea mai comodă variantă o constituie un diaproiector modern obișnuit a cărui lampă cu halogen asigură un nivel de iluminare ridicat și o calitate a luminii constantă și cunoscută. Pe obiectivul diaproiectorului se montează filtrul de polarizare iar fascicolul de lumină este redirijat către preparatul aflat în studiu prin intermediul oglinzii microscopului orientată corespunzător.

Pentru a evita efectele nedorite ale luminii parazite este recomandabil să se folosească o așa numită iluminare de tip Kohler, care presupune o secțiune a fascicolului sursei de lumină egală cu suprafața cîmpului observat prin microscop. Aceasta se asigură practic încercînd în diaproiector un diapozitiv care reprezintă un fond negru în centrul căruia se află o porțiune transparentă circulară avînd dimensiunile cîmpului de observație.

Din același motiv, al necesității de a elimina lumina parazită, în încăperea de lucru trebuie să fie obscuritate completă.

Cele mai spectaculoase efecte se obțin cînd planurile de polarizare ale polarizorului și analizorului sînt încrucișate sub un unghi de 90°.

Dintre substanțele care produc microcristale „fotogenice" în lumină polarizată, menționăm: aspirina, vitamina C, zahărul, metolul, hidrochinona, etc.

Microcristalele se obțin prin evaporarea lentă la temperatura camerei a unor soluții diluate ale substanțelor respective depuse sub formă de picături pe lamelele de sticlă care se folosesc curent în microscopie. Formele și culorile obținute depind în primul rînd de natura substanței, iar pentru aceeași substanță, de diluarea soluției, de natura solventului (pentru substanțele de mai sus se poate întrebuința atît apa cît și alcoolul) de viteza de evaporare a acestuia etc.

În sfîrșit, punerea la punct se face în mod obișnuit, observînd atingerea focalizării optime prin vizorul reflex al aparatului de fotografiat. Expunerea se stabilește fie cu ajutorul exponometrului încorporat în aparatul de fotografiat sau, în lipsa acestui instrument de măsură, se efectuează probe de expunere prealabile, cu timpi diferiți (se reamintește că deschiderea este fixă, cea a microscopului).

Planşa 35 reprezintă microfotografia în lumina polarizată a unor microcristale rezultate prin evaporarea unui revelator cu conţinut de metol şi hidrochinonă.

6. FOTOGAFIA SUBACVATICĂ

GENERALITĂŢI

Fotografia subacvatică* constă în captarea şi înregistrarea pe peliculă a imaginii unor subiecte aflate în mări şi oceane, fluvii, rîuri sau lacuri, bazine de înot sau acvarii.

Pentru practicarea acestui gen fotografic, cu totul special în ceea ce priveşte proprietăţile mediului în care se lucrează, trebuie rezolvate două probleme:

— asigurarea securităţii vieţii omului şi a integrităţii materialelor şi aparaturii sale;

— adaptarea tehnicii fotografice la condiţiile impuse de proprietăţile optice ale mediului în care are loc luarea imaginilor.

Dintre aceste două obstacole ce trebuie depăşite, cel de-al doilea intră în sfera preocupărilor lucrării de faţă. Aceasta nu neapărat pentru că sub apă se impune în majoritatea situaţiilor utilizarea filtrelor, ci mai ales pentru faptul interesant că apa este ea însăşi un filtru. Un filtru natural, nedorit, dar de neînlăturat, ale cărui calităţi optice submediocre afectează puternic calitatea imaginii. Ceea ce agravează în mod suplimentar situaţia este faptul că efectele „nocive" ale filtrului acvatic se cumulează, el fiind plasat simultan atît între sursa de lumină şi subiect cît şi între acesta şi obiectivul fotografic. Pentru cineaşti, în cazul filmării în lumină naturală apare un impediment suplimentar: variaţia rapidă în timp a luminii disponibile în zona de lucru, datorită unor factori naturali externi necontrolabili, cum sînt norii, valurile etc. Astfel apar dificultăţi privind menţinerea corectă a expunerii, chiar pe parcursul filmării unor secvenţe relativ scurte cu durate de ordinul secundelor.

Efectele nefavorabile ale rolului filtrant al apei pot fi, dacă nu înlăturate total, în mare parte atenuate. Pentru adoptarea soluţiilor optime în această luptă „antifiltru" este necesar să se cunoască principalele modificări pe care le suferă lumina la pătrunderea ei în apă şi la traversarea ei.

EFECTELE FILTRULUI ACVATIC ASUPRA LUMINII

Deoarece în apa mărilor şi a oceanelor, în condiţii de lumină naturală, apar cele mai numeroase probleme, variaţiile suferite de lumină vor fi descrise în această variantă a fotografiei subacvatice, de altfel cea mai frecvent întîlnită în practică.

Spre deosebire de fotografia la suprafaţă, unde aerul, cu proprietăţile sale optice, apropiate de cele ale vidului, influenţează, de obicei, în mod neglijabil lumina, filtrul acvatic face ca aceasta, parcurgînd traseul sursă-subiect-obiectiv, să sufere fenomene de *reflexie*, *difuzie*, *absorbţie* şi *refracţie*.

Reflexia afectează cantitativ lumina ce pătrunde în apă. Astfel, lumina naturală, întîlnind suprafaţa apei, este în parte reflectată. Cantitatea „pierdută" depinde de *poziţia soarelui* în raport cu verticala locului unde

* Poate mai corectă ar fi denumirea de fotografie „prin apă" spre a o deosebi de cea obişnuită prin aer.

se desfășoară activitatea, de existența sau absența *norilor* și de amplitudinea *valurilor*.

Reflexia se situează la nivele neglijabile, sub 5%, în cazul în care unghiul pe care poziția soarelui îl formează cu verticala locului nu depășește 40°.*

Cînd cerul este acoperit și plafonul de *nori* emite lumină difuză, reflexia este constantă și se situează la niveluri încă acceptabile: circa 8%.

În schimb, *valurile* cu mare amplitudine pot duce la pierderi prin reflexie ce ajung pînă la 50% din lumina incidentă. După cum s-a mai arătat, marea agitată mai prezintă dezavantajul variației permanente și rapide a cantității de lumină ce pătrunde în apă.

Fenomenul de reflexie poate avea și un efect favorabil, de amplificare a luminii disponibile, dar de această dată la nivelul celeilalte „fațete" a filtrului acvatic, cea de la fundul mării. Într-adevăr, cînd acesta este acoperit cu nisip, pietriș sau este format din roci de culoare deschisă și se află la o adîncime care nu depășește 10—15 m, lumina naturală ajunsă pînă la acest nivel se reflectă mărind cantitatea de lumină disponibilă sub apă. Mai mult, este posibil ca lumina revenită de jos să sufere o nouă reflexie favorabilă captării imaginii, la nivelul suprafeței de separare apă-aer, prin așa numitul efect de „oglindă internă".

La variațiile pe care lumina le suferă la nivelul suprafețelor superioară și inferioară ale apei, se adaugă altele mai puternice datorate *difuziei* și *absorbției*, fenomene optice cauzate atît de proprietățile moleculelor de apă cît și de impuritățile pe care aceasta le conține aproape întotdeauna în suspensie. În legătură cu acestea din urmă, a fost definită noțiunea de *turbiditate* care, în sens fizic reprezintă proprietatea unui mediu dispers (în cazul de față apa de mare cu impurități) de a împrăștia lumina datorită prezenței particulelor străine. Turbiditatea este și o măsură a cantității de materie suspendată în mediul de dispersie.

În cazul apei de mare, turbiditatea se datorește particulelor organice sau minerale suspendate în apă: plancton**, nisip, mîl etc.

Razele de lumină care, de-a lungul parcursului lor prin apă, întîlnesc aceste particule, sînt împrăștiate în toate direcțiile. Lumina devine mai difuză și se produce un anume „voal" care limitează vizibilitatea către orizont. Fenomenul de difuzie micșorează claritatea contururilor unui subiect și contrastul său, se produce o desaturare a culorilor. Din acest motiv, legea numărul 1 a fotografiei subacvatice este: „luarea vederilor trebuie efectuată cît mai de aproape".

Fenomenul de *absorbție* prezintă două aspecte: unul cantitativ și unul calitativ. Astfel apa cu impuritățile sale absoarbe o cantitate de lumină proporțională cu grosimea stratului de lichid străbătut de aceasta pe traseul sursă (în cazul de față suprafața apei) subiect-obiectiv. Aceasta explică obscuritatea totală care domnește la marile adîncimi.

La adîncime mică, însă, în funcție de turbiditatea apei și de factorul de reflexie al solului marin, lumina solară este deobicei suficientă pentru a realiza fotografii cu parametri obișnuiți de expunere. Culorile sînt, însă, mai mult sau mai puțin afectate, deoarece apa joacă rolul unui adevărat filtru

* Pentru paralela corespunzătoare apelor românești, această condiție este respectată între orele 9 și 15 vara și 10 și 14 iarna.

** Planctonul reprezintă totalitatea organismelor care trăiesc în suspensie în pătura artificială a oceanului planetar. Organismele animale formează zooplanctonul, iar cele vegetale fitoplanctonul.

selectiv care face ca absorbția să aibă și un aspect calitativ. Variind cu natura apei și cu adîncimea, absorbția afectează în primul rînd radiațiile cu lungimi de undă mari. Astfel radiațiile roșii dispar practic între 5 și 6 m, de la suprafață, cele portocalii către 10 m, galbenele în jur de 19 m, apoi radiațiile verzi la 22 m, ca în final, odată cu absorbția radiațiilor albastre, către 30 m, să se instaleze întunericul absolut. Selectivitatea filtrului acvatic conferă imaginilor subacvatice o dominantă rece, albastru-verde. Pentru omul aflat sub apă, absența culorilor calde nu este chiar supărătoare întrucît adeseori ochiul se adaptează luminii ambiante și completează subiectiv imaginea cu culorile radiațiilor absente. Pelicula este însă, după cum s-a mai arătat, un judecător obiectiv care redă exact situația. Din acest motiv fotografiile subacvatice la care nu s-au luat măsuri de anihilare a absorbției selective a apei prezintă întotdeauna dominante din zona culorilor reci (v. planșa 36). Cele trei dominante care pot apare au culorile albastru, verde și albastru-verde. Culoarea albastră apare în mare deschisă, departe de litoral, pe timp senin ca și în bazinele de înot și este caracteristică apei lipsite de cantități semnificative de impurități aflate în suspensie. Dominanta albastră este provocată de absorbția radiațiilor cu lungimi de undă mari de către moleculele de apă ca și de difuzia radiațiilor albastre de către moleculele de apă și de particulele aflate eventual în suspensie și avînd dimensiuni mai mici decît lungimile de undă cele mai mici din ansamblul radiațiilor vizibile.

Apele de coastă, în zona vărsării apelor continentale, mai ales în zonele de deltă cu aport masiv de aluviuni, capătă un aspect verde datorită combinării radiațiilor albastre difuzate cu culoarea galbenă specifică suspensiilor aduse de fluvii. Culoarea verde poate fi provocată și de prezența în cantități masive a planctonului ca și a plantelor plutitoare. O astfel de dominantă mai poate apare, în sfîrșit, cînd fundul mării este acoperit cu un sediment fin ce poate fi pus cu ușurință în mișcare de curenții marini sau de valuri.

Dominanta albastru-verde apare în situații intermediare celor două descrise mai sus.

În sfîrșit, filtrul acvatic, simultan cu modificarea cantitativă și calitativă a luminii, influențează și direcția sa de propagare prin *refracție*.

Refracția se manifestă în condițiile în care obiectivul aparatului fotografic aflat sub apă nu se află în contact direct cu aceasta ci cu aerul din carcasa etanșă în care este adăpostit. Subiectul subacvatic este „văzut" printr-un hublou, de obicei plan, alcătuit din sticlă sau material plastic cu proprietăți optice superioare, care se află montat în peretele frontal al carcasei.

Datorită faptului că apa are un indice de refracție ($n_{apă}=1,33$) diferit de cel al aerului ($n_{aer}=1$), la nivelul hubloului care reprezintă suprafața de separare în sistemul apă/aer, se produce o deviere a razelor de lumină ce provin de la subiect în sensul depărtării lor de la normala la această suprafață.

Urmarea acestei refracții a luminii la trecerea din apă în aer este o mărire aparentă a subiectului, care pare astfel mai apropiat. Altfel spus, subiectul apare ca și cum ar fi captat cu un obiectiv cu o distanță focală mai lungă decît cea a obiectivului utilizat. Creșterea distanței focale este însoțită inerent de micșorarea profunzimii și de necesitatea de a retrage aparatul fotografic în vederea cuprinderii aceluiași cîmp pe care l-ar fi acoperit obiectivul la suprafață, unde distanța sa focală nominală nu este modificată. Refracția este și ea deci nefavorabilă fotografiei subacvatice căci retragerea aparatului mărește grosimea stratului de apă aflat între subiect și obiectiv, cu toate dezavantajele ce decurg din aceasta.

ELEMENTE DE TEHNICĂ FOTOGRAFICĂ SUBACVATICĂ

Literatura tehnică de specialitate cuprinde o cantitate considerabilă de recomandări privind tehnica de lucru în cazul înregistrărilor pe film color a imaginilor subacvatice. Ele sînt uneori contradictorii, depinzînd în bună măsură de experienţa personală şi uneori chiar de subiectivismul autorilor lucrărilor respective. Cele ce urmează se vor limita la menţionarea cîtorva recomandări cu caracter general acceptate în unanimitate de către specialişti.

1. Cînd condiţiile de lucru pot fi alese, trebuie să se capteze imaginile cît mai de aproape, în lumină naturală, pe timp însorit, cu mare liniştită, între orele 9—15 vara şi 10—14 iarna, la o adîncime nu mai mare de 4—5 m, în zona unui sol submarin situat la o distanţă nu mai mare de 10—12 de la suprafaţă şi acoperit cu nisip sau pietriş de culoare deschisă. În astfel de condiţii cantitatea şi calitatea luminii disponibile sînt corespunzătoare deoarece:

— pierderea de lumină prin reflexie pe suprafaţa apei este minimă;

— cîştigul de lumină prin reflexie pe suprafaţa fundului mării este considerabil;

— atenuarea radiaţiilor cu lungimi de undă mari, datorită absorbţiei selective exercitate de stratul de apă aflat între suprafaţă şi subiect, se păstrează în limite acceptabile.

2. Efectele refracţiei, de micşorare a unghiului de cîmp şi a profunzimii obiectivelor, se pot combate prin două mijloace:

— utilizarea obiectivelor grandangulare, avînd distanţa focală de 18 — 35 mm pentru formatul peliculei de 35 mm şi de 10 — 16 mm pentru pelicula de 16 mm. Aceste obiective, păstrează, chiar după modificarea parametrilor lor optici nominali, un unghi de cîmp destul de mare pentru a se lucra aproape de subiect şi o profunzime însemnată;

— înlocuirea hublonului plan al carcasei etanşe care adăposteşte aparatul de luat vederi cu preobiectivul Ivanoff, un sistem convergent format din două lentile care corectează traseul fascicolului luminos formator de imagine anulînd efectele refracţiei. În acest caz, aparatele de luat vederi pot fi echipate cu obiective normale, 50 mm pentru film de 35 mm şi 25 mm pentru film de 16 mm, care îşi păstrează în acest caz, şi sub apă, parametrii optici iniţiali.

3. Pentru situaţiile în care turbiditatea mediului acvatic este deosebit de ridicată şi este necesar să fotografieze obiecte şi suprafeţe cu dimensiuni mici, de aproape, este de mare utilitate aşa numita „anexă cu apă limpede". Este vorba de un recipient tronconic alcătuit din material plastic transparent, umplut cu apă distilată şi prevăzut cu sursă proprie de lumină. Anexa se ataşează cu partea corespunzătoare diametrului mai mic pe hublonul carcasei etanşe a aparatului de luat vederi. Partea corespunzătoare diametrului mare se apropie la maximum de subiect. În acest mod fotografierea se execută prin apa transparentă conţinută în „anexă", al cărui corp dizlocă apa murdară şi opacă. Anexa cu apă limpede este extrem de utilă, de exemplu pentru fotografierea părţilor uzate sau avariate a corpurilor navelor aflate în apa aproape neagră a porturilor.

4 .Pelicula optimă este cea negativă, superioară celei reversibile prin latitudinea sa mai mare de expunere, şi posibilitatea de corecţie a culorilor în cursul procesului de copiere în pozitiv.

Sensibilitatea generală a filmului trebuie să fie cît mai ridicată, 24 — 27 DIN fiind valori suficiente pentru a se lucra cu parametri de expunere normali chiar în condițiile reducerii luminii prin absorbția acesteia de către mediul acvatic și de către filtrele de compensare necesare practic permanent sub apă.

Este de preferat ca filmul să fie echilibrat pentru lumină de zi. În cazul filmelor destinate luminii artificiale cu incandescență este necesară, alături de filtrele de compensare, și prezența unui filtru de conversie WRATTEN 85 B, cu scăderea suplimentară a sensibilității practice a filmului.

5. Dominanta rece, datorată absorbției radiațiilor cu lungimi de undă mari de către apă poate fi atenuată mai mult sau mai puțin prin una dintre următoarele metode:

— fotografierea subiectului în lumina naturală, de aproape, la adîncimi care nu depășesc cîțiva metri. Din păcate, astfel de condiții pot fi rareori respectate;

— utilizarea luminii artificiale cu incandescență, avînd temperatura de culoare de 3200 K și a unui film echilibrat pentru lumina de zi, fără filtru de conversie Wratten 85 B.

Surplusul de radiații roșii conținute în lumina artificială, în raport cu sensibilizarea cromatică a filmului, compensează parțial pierderea selectivă a acestora la trecerea prin apă.

Iluminarea artificială presupune însă existența unei mari puteri instalate dacă se dorește iluminarea uniformă a unor suprafețe mari așa cum este cazul în cinematografie. În plus, la filmările din timpul zilei apar binecunoscutele impedimente ale iluminării mixte cu zone reci, corespunzătoare luminii de zi și cu „pete fierbinți" pentru zonele acoperite de sursele de lumină cu incandescență. În cazul de față mai trebuie avut în vedere ca subiectul să fie luminat lateral sau sub unghiuri de cel puțin 45° față de axa obiectivului, deoarece lumina frontală este reflectată spre obiectiv de către particulele aflate în suspensie în apă, alterînd puternic imaginea. Un fenomen similar îl reprezintă reflectarea luminii farurilor de către ceață, ploaie sau ninsoare deasă către conducătorul auto care devine practic lipsit de vizibilitate;

— corectarea puternică spre roșu a copiilor pozitive în laborator. Și acest sistem nu este decît un paleativ, căci rezultatul este în majoritatea cazurilor o imagine monocromatocă purpurie, roșie etc.;

— utilizarea filtrelor de compensare Kodak CC din seria roșie. Ele pot reduce surplusul de radiații din zonele albastră și verde a spectrului, putînd reechilibra în acest mod destul de corect lumina. Din păcate, dificultățile de a schimba filtrele pentru fiecare compoziție a luminii existente a făcut ca și această metodă, cea mai corectă, să nu fi dat întotdeauna în trecut rezultatele dorite. În ultimii ani au apărut progrese importante în acest domeniu, progrese apărute în special la solicitările cinematografiei, după cum se va arăta în cele ce urmează.

SISTEMUL AQUACOLOR

În anul 1985, în literatura tehnică de specialitate, a fost anunțată punerea la punct a unui sistem de filmare perfecționat, care elimină multe din neajunsurile provocate de fluctuațiile rapide în timp și spațiu ale cantității și calității luminii disponibile sub apă.

Sistemul ce poartă denumirea semnificativă de Aquacolor, constă într-un ansamblu carcasă etanșă — aparat de filmat prevăzut cu următoarele facilități, inexistente la echipamentele similare produse pînă la acea dată:

— un sistem electronic de măsură prin obiectiv și prin filtre a luminii provenită de la subiect, care ține seama de variațiile severe în compoziția spectrală a luminii măsurate. După cum se știe exponometrele cunoscute sînt etalonate pentru lumină albă;

— un sistem electromecanic de comandă automată a diafragmei, acționat pe baza datelor furnizate de sistemul de măsură descris mai sus, asigurînd menținerea dinamică a unei expuneri corecte a materialului fotosensibil;

— seturi de filtre de compensare montate în turele dispuse în fața obiectivului ce pot fi acționate din afara carcasei.

Filtrele au fost proiectate în funcție de curbele de absorbție a luminii pentru diferite tipuri de apă: apă pură, apă de mare din larg, apă de mare din regiunea coastei, apă de mare din regiunea deltei etc. Operatorul folosește setul de filtre corespunzător apei în care se află, iar combinația filtrelor din set este stabilită în funcție de distanța parcursă de lumină pe traseul suprafață-subiect-obiectiv.

Filtrele acționează prin reducerea radiațiilor preponderente în lumina subacvatică pînă la nivelul peliculei o imagine similară celei create la exterior de lumina albă.

Autorii sistemului susțin că prin intermediul acestuia pot fi obținute imagini subacvatice cu o fidelitate ridicată, în condiții de iluminare naturală, pînă la 12 m adîncime, negativele fiind expuse în mod optim și necesitînd doar corecții minime în decursul procesului de copiere pe pozitiv.

În legătură cu obținerea unei reproduceri optime a culorilor pînă la adîncimea de 12 m sub apă, în lumină naturală, cu ajutorul filtrelor, pot fi exprimate unele rezerve. Aceasta deoarece la această adîncime radiațiile roșii care dispar după 5—6 m de la suprafață nu mai ajung. În această situație nici un filtru sau combinație de filtre nu mai poate restitui luminii radiațiile ce-i lipsesc. Oricum, procedeul Aquacolor reprezintă un mare progres și odată cu perfecționările preconizate de autori încă din 1985 și anume, acționarea automată a turelelor cu filtre prin intermediul unui sistem de măsurare continuă a culorii luminii subacvatice, și dotarea sistemului cu un amplificator electronic de lumină, el va deveni, fără îndoială, cel mai perfecționat mijloc de activitate cinematografică sub apă.

Planșa 37, a și b prezintă comparativ imagini obținute sub apă cu și fără ajutorul procedeului respectiv.

Înregistrarea imaginilor subacvatice poate servi unor scopuri foarte variate. Documentele fotografice însoțesc întotdeauna rapoartele privind rezultatele cercetării zoologice, botanice sau geologice a oceanului planetar. Astfel de documente servesc și la susținerea unor expertize menite să stabilească motivele unor naufragii. Pe de altă parte, pot fi obținute fotografii cu caracter artistic care reprezintă inegalabila varietate de forme și culori ale faunei și florei „lumii tăcerii". În plus, filmele atistice conțin adeseori scene ce se petrec sub apă, scene care măresc dramatismul narațiunii cinematografice.

În sfîrșit, televiziunea, cu sensibilitatea la lumină extrem de ridicată a camerelor sale de luat vederi, ca și cu posibilitățile practic nelimitate de reglare a ponderii componentelor de culoare ale imaginii electronice, pătrunde din ce în ce mai mult sub apă, asigurînd obținerea unor imagini superioare celor de pe film în ceea ce privește redarea nuanței, strălucirii și saturației culorilor subacvatice.

BIBLIOGRAFIE

1. BELLONE ROGER, *Douze leçons de cinéma*, Publications Photo-Revue, Paris, 1968.
2. BETTON GERARD, *Elements pratiques de photographie*, Publications Photo-Revue, Paris, 1978.
3. DUJARRIC HENRIETTE, *Le Technicien du Film Manual*, Editions Dujarric, Paris, 1973.
4. GERARD ANDRE, *Filtres*, Editions „Le nouveau Ciné-Expert", Geneva, 1978.
5. GLAFKIDES PIERRE, *Chimie et phisique photographiques*, Publications Photo-Cinéma Paul Montel, Paris, 1976.
6. KUPPERS HARALD, *La couleur*, Office du Livre, Dessain et Tolva, Paris, 1975.
7. LAMOURET JEAN, *Filtres. Noir et blanc. Couleur*, Publications Photo-Cinéma Paul Montel, Paris, 1981.
8. LAMCURET JEAN, *250 réponses a vos questions sur la couleur*. Publications Photo-Cinéma Paul Montel, Paris, 1977.
9. MAILLET JEAN, *Filtres et diffuseurs*, Editions Marchand, Paris, 1976.
10. MARIN ALEXANDRU ș.a. *Tehnica filmului de la A la Z*, Editura Tehnică, București, 1979.
11. MIHĂILESCU FLORIN, MOROZAN DUMITRU, *Realizarea și exploatarea diapozitivelor*, Editura Tehnică, București, 1980.
12. MONIER PIERRE, *Ciné trucages*, Publications Photo-Cinéma, Paul Montel, Paris, 1974.
13. MONIER PIERRE, *Photo trucages*, Publications Photo-Cinéma, Paul Montel, Paris, 1973.
14. MOISIL C. GEORGE, CURATU GEORGE, *Optica. Teorie și aplicații*, Editura Tehnică, București, 1976.
15. MOROZAN DUMITRU, *Efecte și trucaje fotocinematografice*, Editura Tehnică, București, 1971.
16. MUNTEANU VLADIMIR *Tehnologia prelucrării peliculei*, Editura didactică și pedagogică, București, 1977.
17. NOVAC MIRCEA, *Fotografia de la A la Z*, Editura Tehnică, București, 1973.
18. PETROVICI VIRGIL, *Lumina și culoarea în spectacol*, Editura Albatros, București, 1973.
19. PETROVICI VIRGIL, *Tehnica iluminatului artistic*, Editura Tehnică, București, 1976.
20. RĂDULEȚ TOMA, *Optica foto-cinematografică*, Editura Tehnică, București, 1977.
21. REYNOLDS CLYDE, *The Focal Guide to Filtres*, Focal Press, London, 1979.
22. ROUBIER JEAN, *La photographie*, Librairie Larousse, Paris, 1969.
23. SPITZING GUNTER, *The guide to effects and Tricks*, Focal Press, London, 1982.
24. STANCIU NICOLAE, ș.a., *Tehnica televiziunii în alb-negru*, Editura Tehnică, București, 1965.
25. STANCIU NICOLAE, ș.a., *Tehnica imaginii în televiziune și cinematografie*, Editura Tehnică, București, 1971.
26. STAPF HELMUT, *Practica fotografică*, Editura Tehnică, București 1958.
27. WHEELER LESLIE, *Principles of cinematography*, Fountain Press Limited, London, 1965.
28. TUCKERMANN BIAYS WILLY, *Aquacolor Underwater Cinematography*, In: Journal of SMPTE 94, nr. 3, martie 1985.
29. *La photographie infrarouge et ses applications*, Publ. Kodak-Pathé, Paris, 1979.
30. Prospecte ale firmelor Agfa (RFG), Balzers (Elveția), B & W (RFG), Cokin (Franța), Fuji (Japonia), Götinger (RFG), Heliopan (RFG), Hoya (Japonia), Kodak (Franța), Lee (Anglia), ORWO (RDG), Tiffan (SUA).
31. *American Cinematographer Manual*, Ediția a V-a.
32. *Chasseur d'images*, [illegible] 86-87.

Cuprins

I. PARTICULARITĂŢILE UTILIZĂRII FILTRELOR ÎN FOTOGRAFIE

1. Noţiunea de filtru fotografic 7
2. Principiul acţiunii filtrelor 7
3. Criterii de clasificare a filtrelor 8

II. LUMINA ŞI CULOAREA

1. Natura luminii 10
2. Spectrul radiaţiilor electromagnetice 10
3. Radiaţia solară. Zona optică a spectrului 11
4. Zona vizibilă a spectrului. Lumina albă 11
5. Noţiunea de culoare 11
6. Spectrul vizibil 11
7. Geneza culorilor în natură 12
8. Percepţia culorilor 14
9. Reproducerea culorilor 17

III. SURSE DE LUMINĂ

1. Surse de lumină primare 19
2. Surse de lumină secundare. Culoarea corpurilor 25

IV. MATERIALE FOTOSENSIBILE MODERNE

1. Clasificarea materialelor fotosensibile 29
2. Caracteristicile filmelor negative şi reversibile 29
3. Comparaţie între sistemele negativ-pozitiv şi reversibil 32
4. Materiale fotosensibile moderne 33

V. CUNOŞTINŢE GENERALE DESPRE FILTRE

1. Curba de absorbţie 35
2. Factorul filtrului 37
3. Filtrele şi calitatea imaginii 40
4. Materiale utilizate pentru confecţionarea filtrelor 41
5. Manipularea, curăţarea şi conservarea filtrelor 43
6. Formele, dimensiunile şi sistemele de fixare ale filtrelor pe obiectiv 44
7. Utilizarea fenomenului de interferenţă a luminii în tehnologia filtrelor 46
8. Firme producătoare de filtre 48

VI. FILTRE PENTRU FOTOGRAFIA ALB-NEGRU

1. Fotografia alb-negru şi necesitatea utilizării filtrelor 49
2. Clasificarea filtrelor pentru fotografia alb-negru 50
3. Filtre colorate neuniform 60
4. Filtrul de interpretare pentru fotografia alb-negru 60

VII. FILTRE PENTRU FOTOGRAFIA COLOR

1. Fotografia color şi percepţia culorilor 62
2. Filmul color şi reproducerea culorilor. Echilibrul cromatic al filmelor 63
3. Factorii de variaţie a culorilor 64
4. Categorii de filtre pentru fotografia color 66
5. Măsurarea temperaturii de culoare 75
6. Practica filtrării în fotografia color 78

VIII. **FILTRE CU ACȚIUNE MIXTĂ**

1. Filtre de densitate neutră 87
2. Filtrul de polarizare 92

IX. **FILTRE PENTRU FOTOGRAFIA ÎN DOMENIILE SPECTRALE ULTRAVIOLET ȘI INFRAROȘU**

1. Fotografia în ultraviolet 100
2. Fotografia în infraroșu 103

X. **FILTRE ȘI ACCESORII OPTICE PENTRU EFECTE SPECIALE**

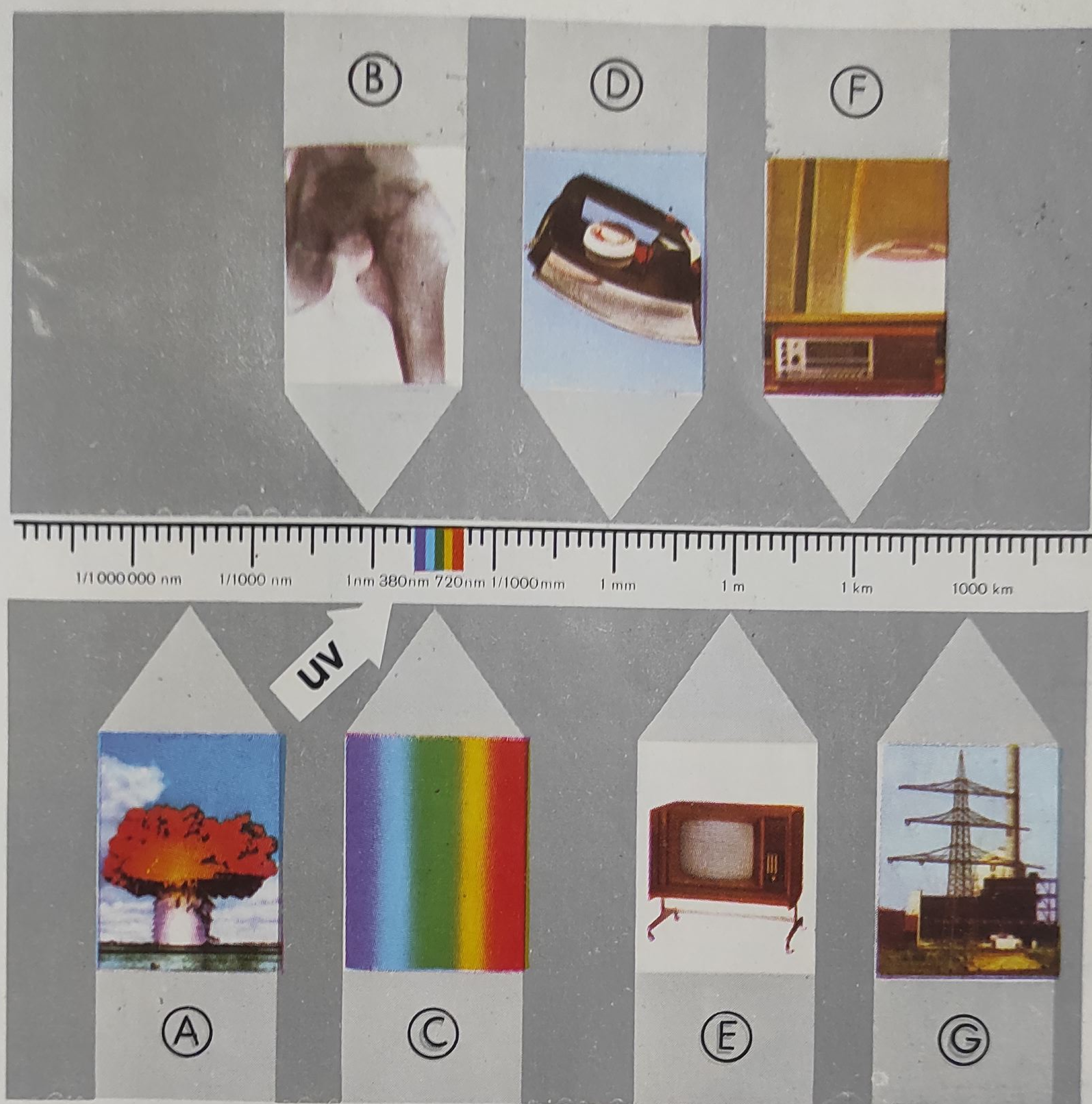
1. Filtre care modifică claritatea, contrastul și structura geometrică a imaginii 111
2. Filtre și accesorii optice care modifică culoriile imaginii 122

XI. **FILTRE UTILIZATE ÎN LABORATOR**

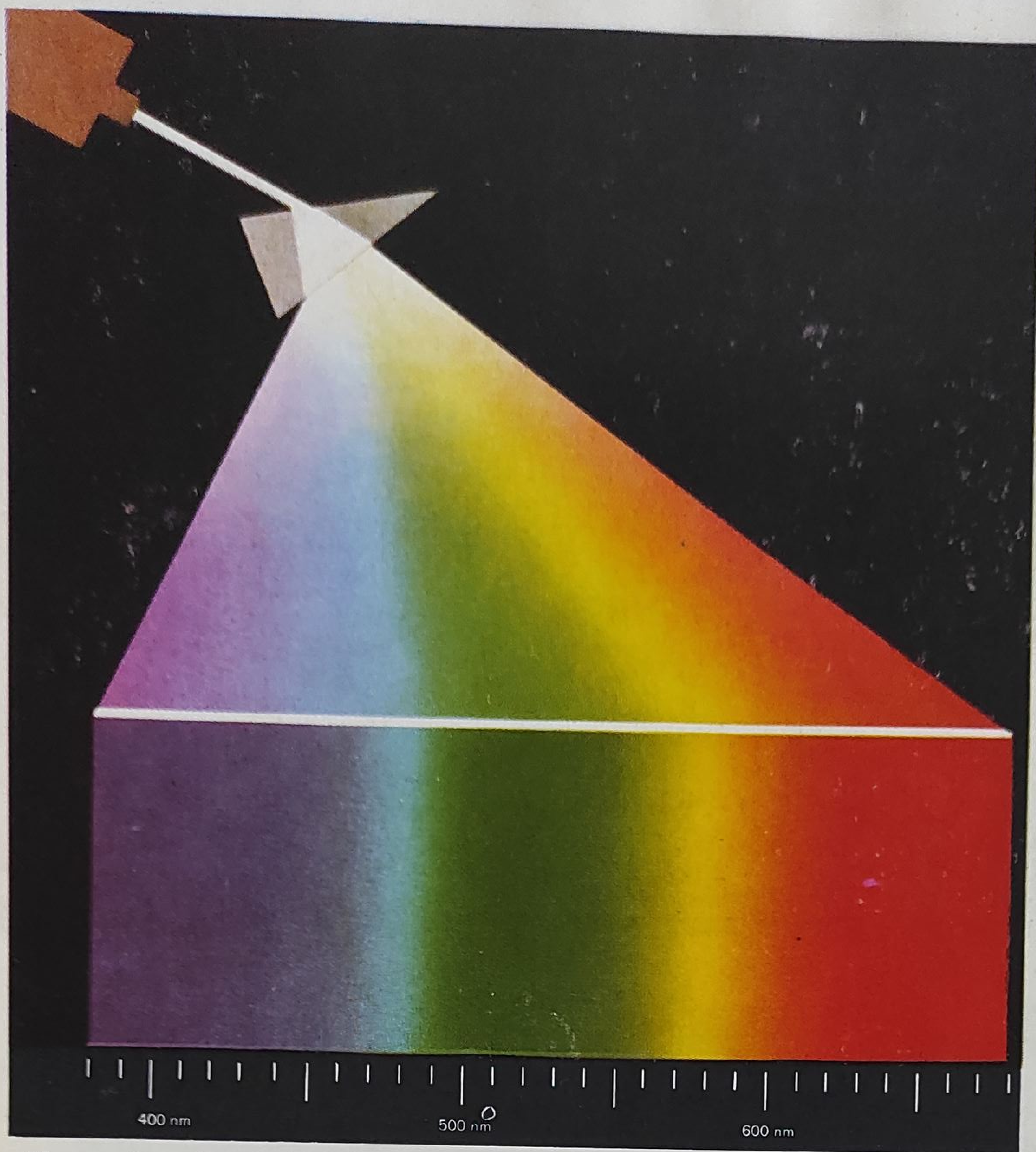
1. Filtre pentru iluminatul de siguranță al camerelor obscure 128
2. Filtre pentru copierea materialelor fotosensibile 131
3. Filtre pentru sensitometrie 134

XII. **UNELE SITUAȚII SPECIALE DE UTILIZARE A FILTRELOR**

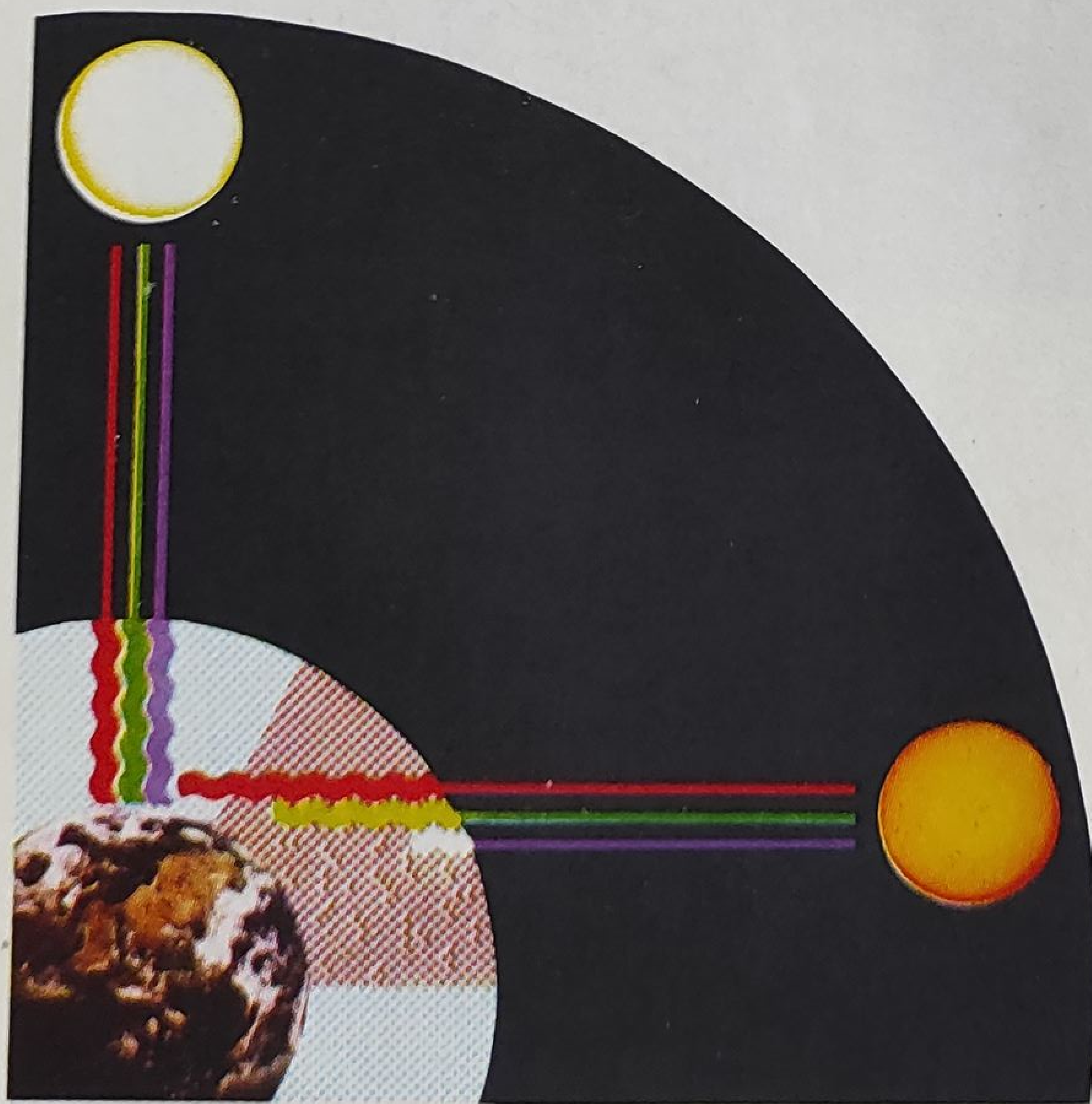
1. Realizarea efectului de noapte în cinematografie 138
2. Reproducerea în culori a imaginilor de linii 142
3. Proiecția stereoscopică 146
4. Fotografia imaginii color de televiziune 148
5. Microscopia în lumină polarizată 150
6. Fotografia subacvatică 152



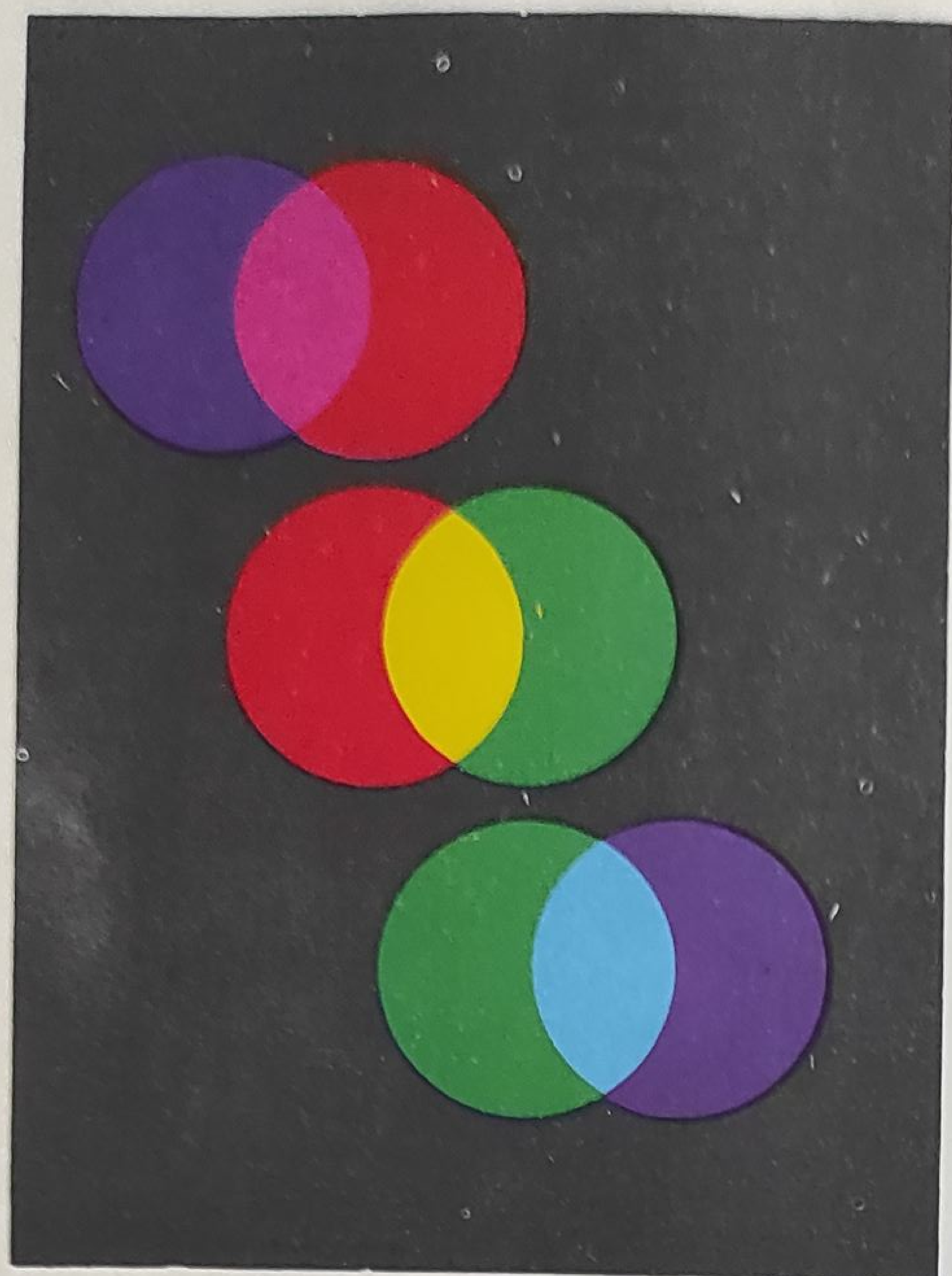
Planşa 1. *Spectrul radiaţiilor electromagnetice.*
Principalele grupe de radiaţii, diferenţiate prin valorile lungimilor de undă, sînt: razele gama, purtătoare ale energiei atomice (A), razele Röntgen (B), razele ultraviolete (săgeata albă), radiaţiile vizibile (C), razele infraroşii sau calorice (D), undele de televiziune (E), undele de radio (F) şi cele emise de curentul electric alternativ (G).



Planşa 2. *Spectrul vizibil*
Fascicolul incident este refractat la trecerea prin prisma de sticlă. Diferitele radiaţii componente ale luminii albe incidente sînt deviate în mod diferit, în funcţie de lungimea lor de undă, astfel încît în cadrul fascicolului emergent ocupă poziţii diferite în spaţiu, fiind posibilă vizualizarea lor pe un ecran de proiecţie.



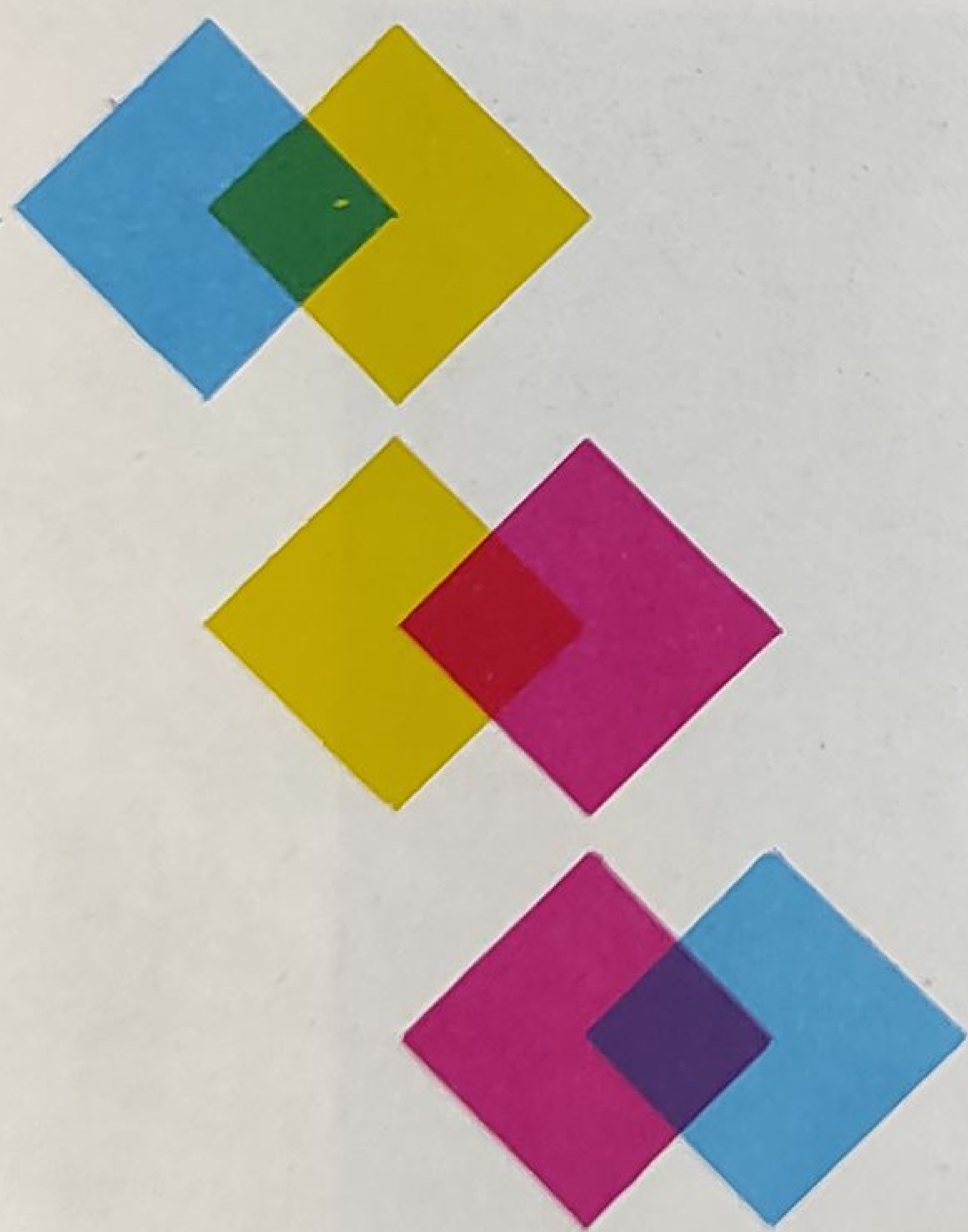
Planşa 3. *Difuzia luminii solare prin atmosferă*
În funcţie de poziţia pe care o ocupă faţă de punctul de observaţie în diferite momente ale zilei, soarele emite lumină albă la prînz, cînd se află la zenit, galbenă, portocalie şi roşie, pe măsură ce se apropie de orizont.

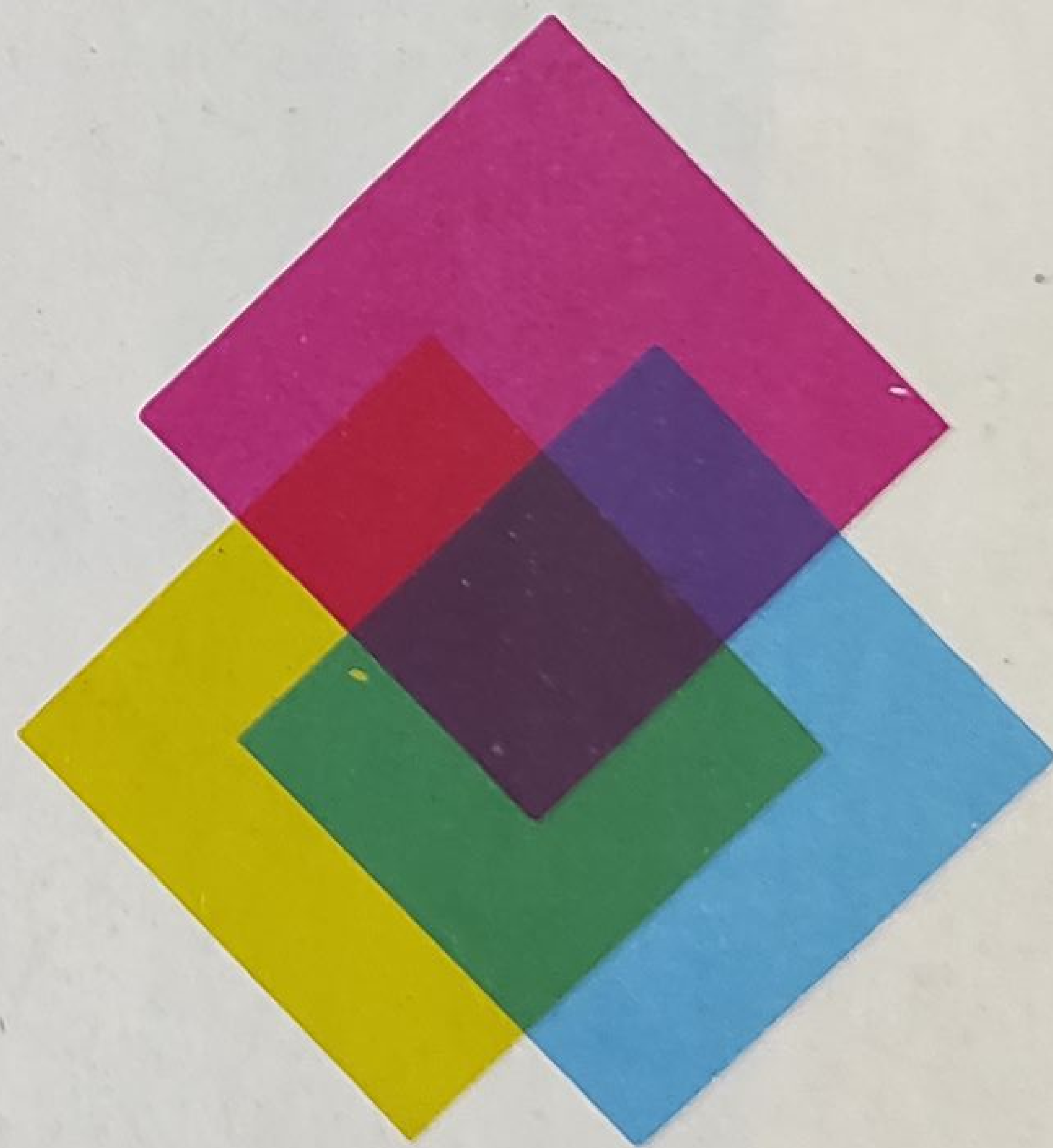




Planşa 5. *Sinteza aditivă a culorilor*
Radiaţiile albastră, verde şi roşie produc în amestec lumină (culoare) albă.

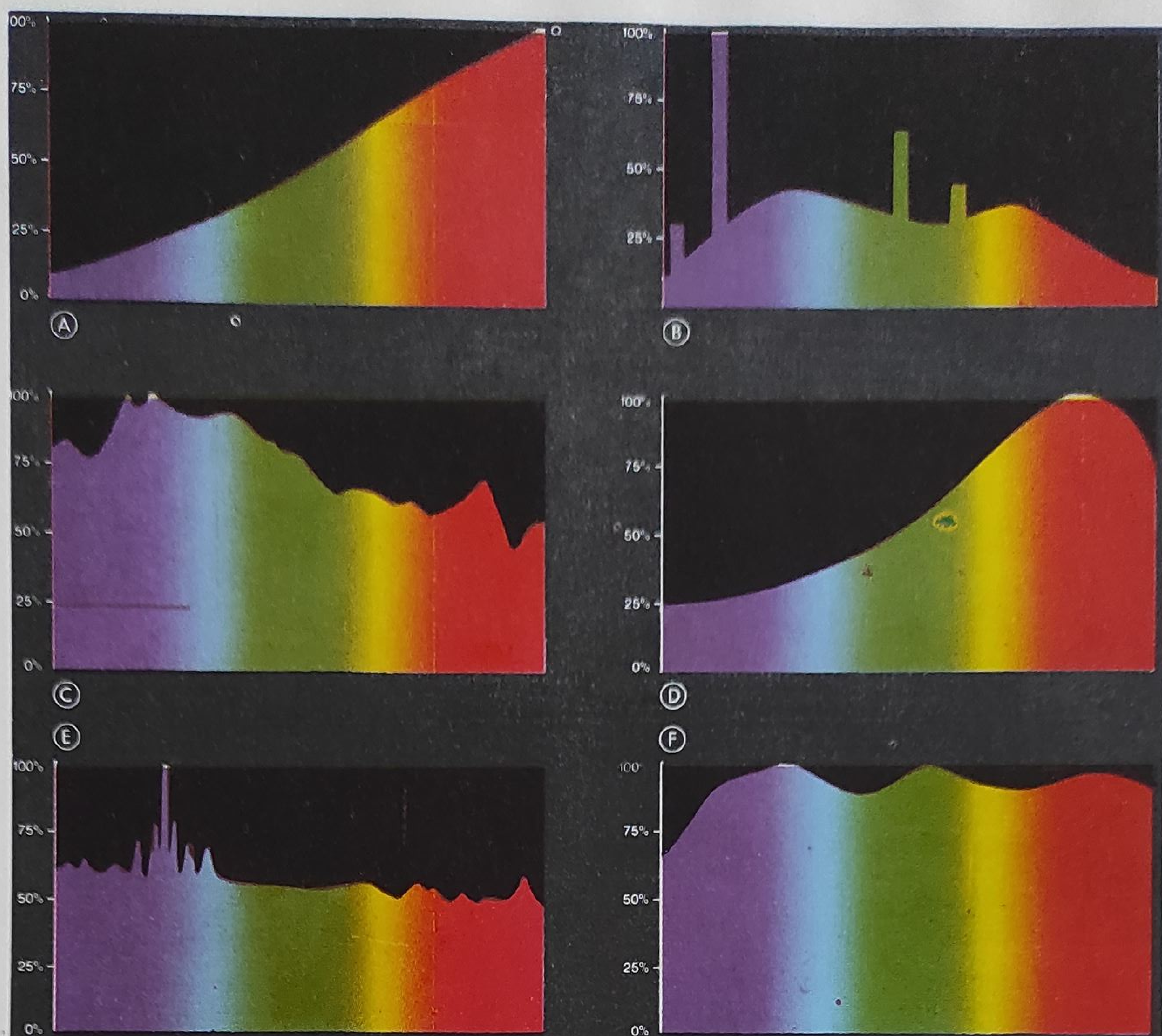
Planşa 4. *Sinteza aditivă a culorilor*
Lumina *albastră* în amestec cu lumina roşie produce culoarea *purpuriu*. Lumina *roşie* şi cea verde, în amestec, produc *galbenul* iar din combinaţia *albastru* şi *verde* rezultă culoarea azuriu.



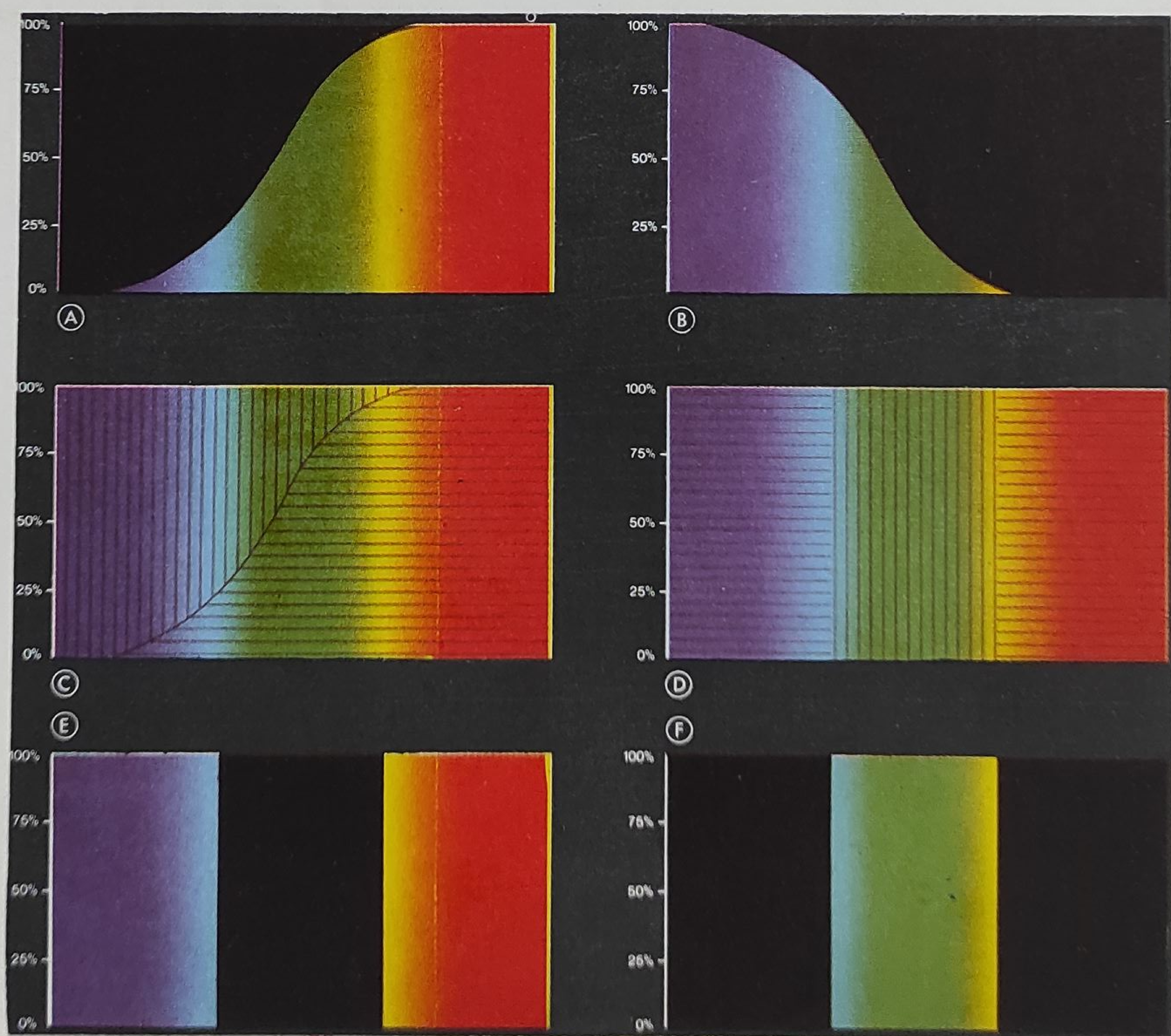


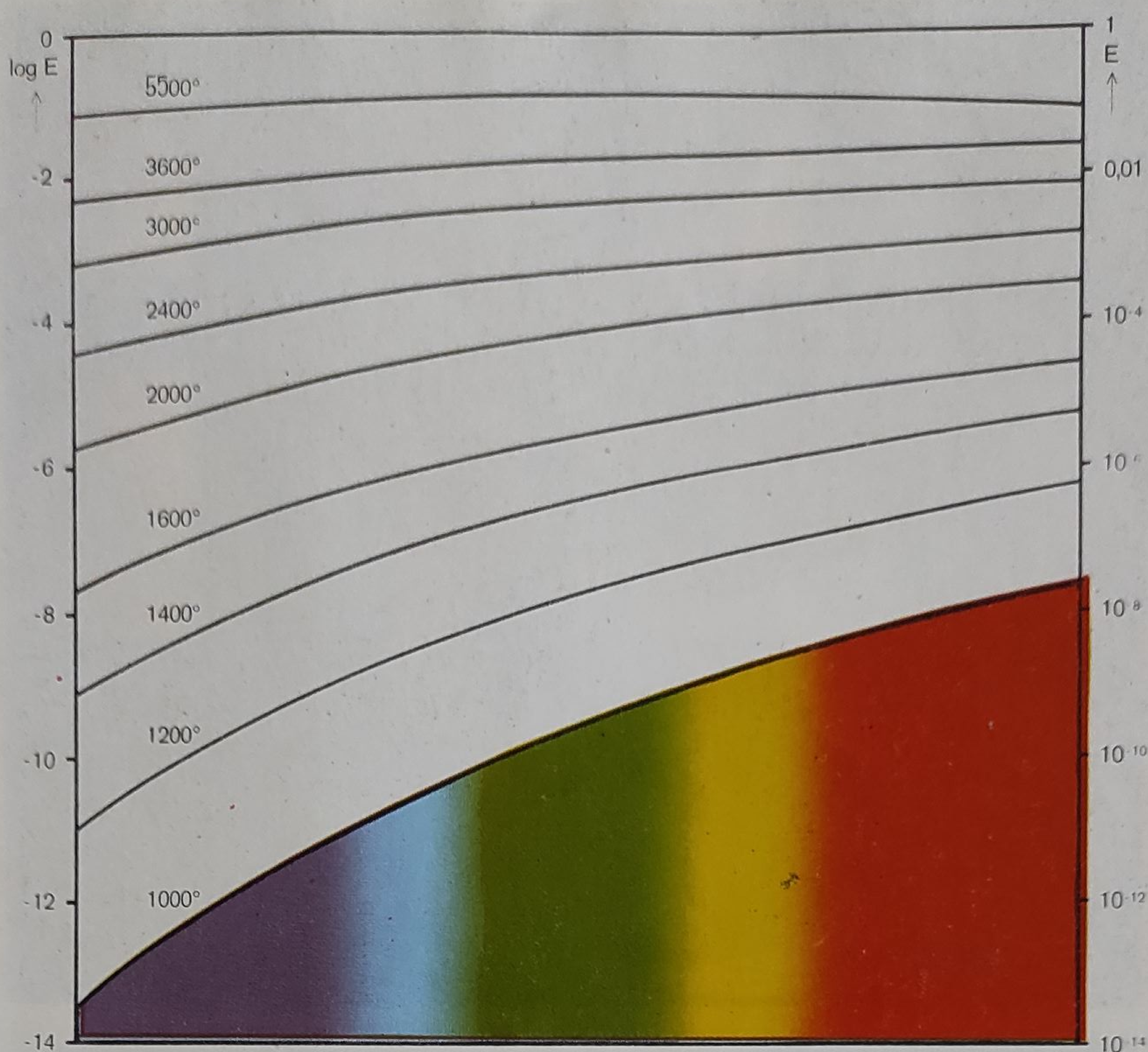
Planşa 6. *Sinteza substractivă a culorilor*
Principiul sintezei substractive se bazează pe suprapunerea filtrelor colorate, după cum se vede din A, B şi C. Acolo unde două culori complementare se suprapun, se obţin culorile fundamentale verde, roşu şi albastru.

Planşa 7. *Sinteza substractivă a culorilor*
Punctul de plecare este o suprafaţă care emite lumină albă. În locul în care cele trei filtre se suprapun, sînt reţinute toate radiaţiile, iar suprafaţa respectivă apare neagră.



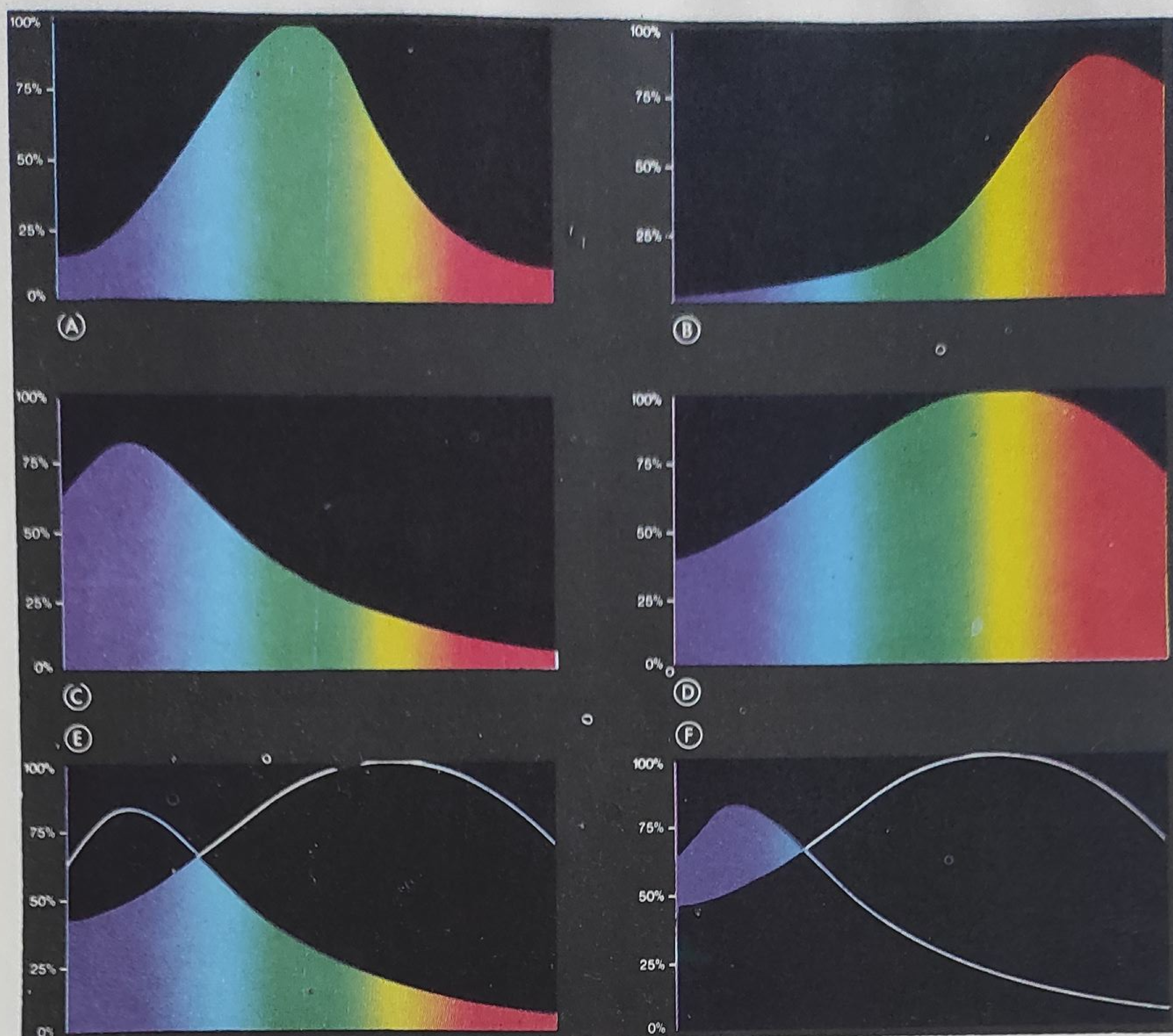
Planșa 8. *Curbe de emisie*
Lampă cu incandescență (*A*), tub fluorescent cu lumină de zi (*B*), lumină de zi naturală vara la prînz (*C*), apus de soare (*D*), lumina emisă de o lampă fulger electronică (*E*) și lumina emisă de o lampă etalon (*F*).



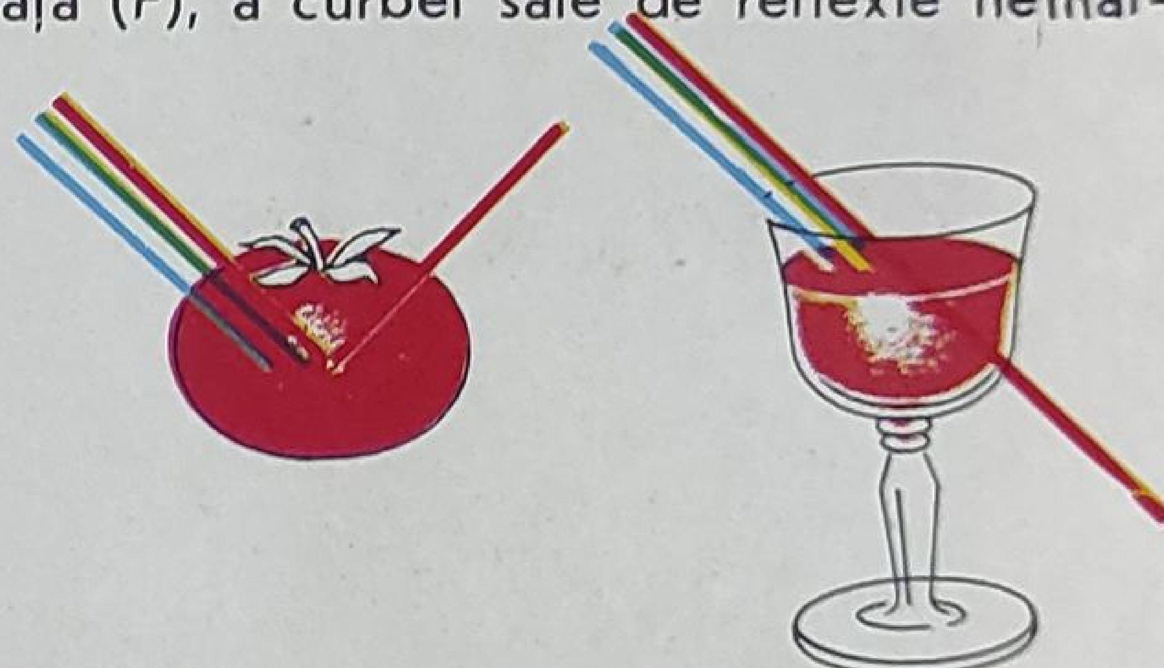


Planşa 10. *Curbele teoretice de emisie ale corpului absolut negru*
La temperaturi relativ scăzute predomină radiaţiile cu lungimi de undă mari (roşii). Pe măsura creşterii temperaturii, emisia se îmbogăţeşte în radiaţii cu lungimi de undă din ce în ce mai mici, astfel că la circa 5 000 K compoziţia spectrală este echilibrată, avînd loc emisia aşa-numitei lumini albe. Peste această temperatură vor fi emise radiaţiile cu lungimi de undă mari, lumina emisă căpătînd treptat un aspect albastrui.

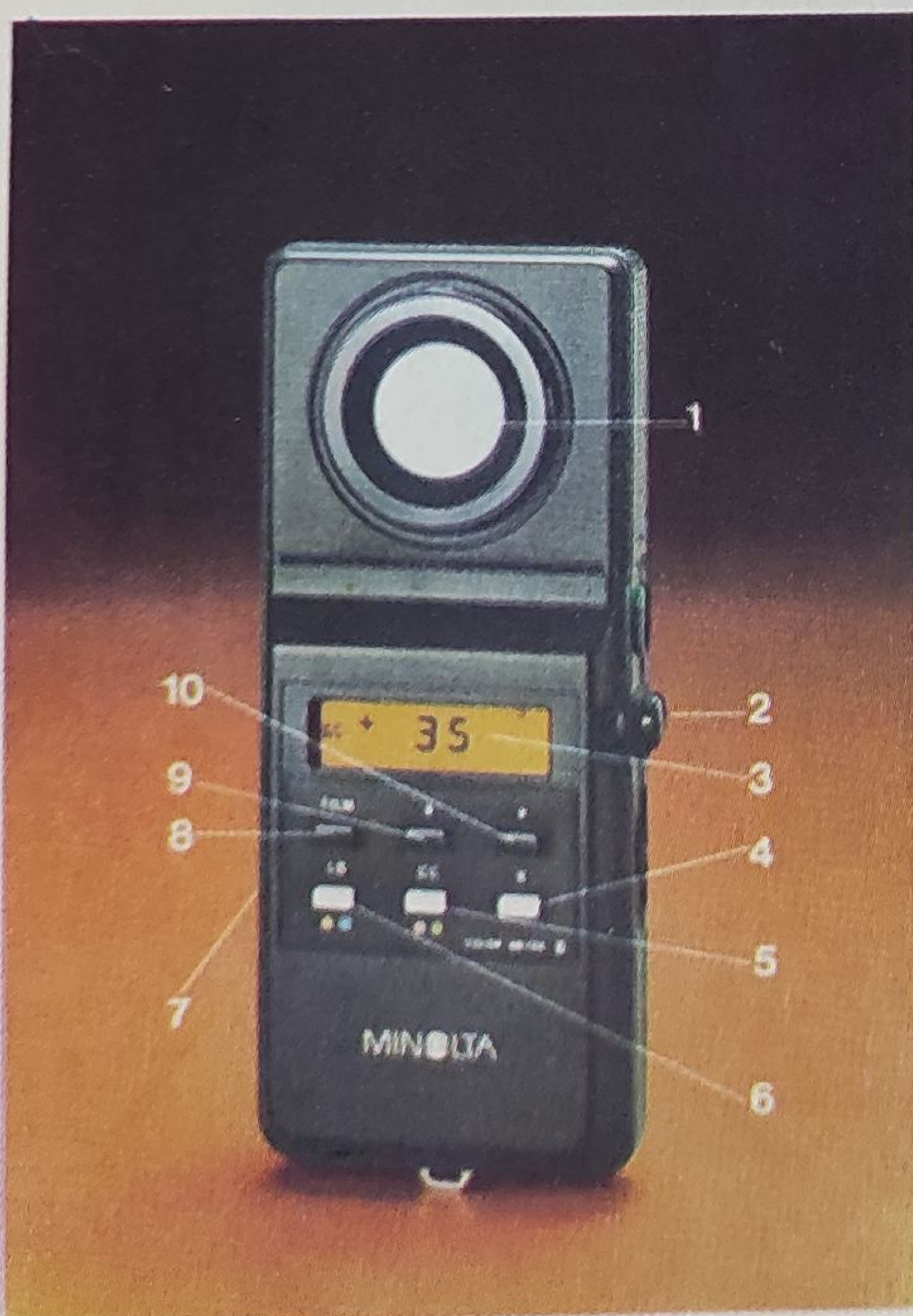
← **Planşa 9.** *Explicarea sintezei aditive a luminii albe cu ajutorul curbelor de emisie*
Culoarea (A) este complementară culorii (B). Cele două curbe de emisie se completează pentru a produce un spectru uniform de energie constantă, ceea ce demonstrează suprafaţa dublu haşurată (C). Culoarea teoretică de purpuriu (E) ar trebui să aibă drept culoare complementară verdele (F). Într-adevăr, cele două curbe corespondente (A) şi (B) sînt complementare, după cum arată spectrul uniform din (D).



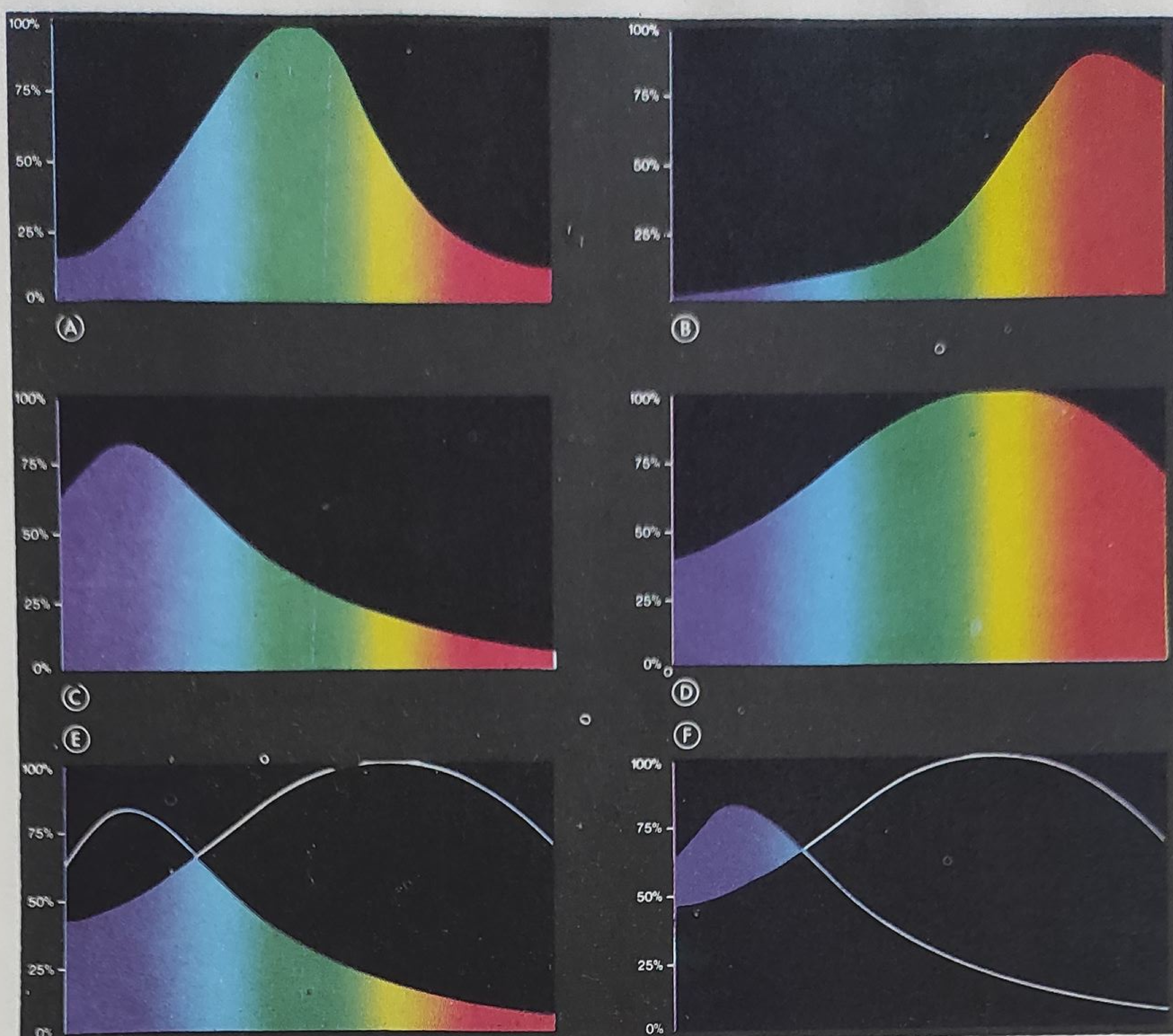
Planşa 11. *Curbe de emisie, de transmisie şi de reflexie*
Curbă de emisie a unui izvor de lumină verde (*A*), curbă de transmisie a unui filtru roşu-portocaliu (*B*). Corpul de culoare albastru-violet avînd curba de reflexie în lumină albă (*C*), apare, cînd va fi iluminat cu o sursă de lumină galbenă reprezentată prin curba (*D*), albastru-verde (*E*), suprafaţa (*F*), a curbei sale de reflexie nemaifiind vizibilă.



Planşa 12. *Culoarea corpurilor examinate în lumina albă*
Tomata şi vinul din pahar absorb radiaţiile albastre şi verzi. Tomata opacă reflectă radiaţiile roşii iar vinul transparent le transmite. În ambele cazuri rămîn vizibile radiaţiile neabsorbite, astfel că, atît tomata cît şi vinul apar colorate în roşu.

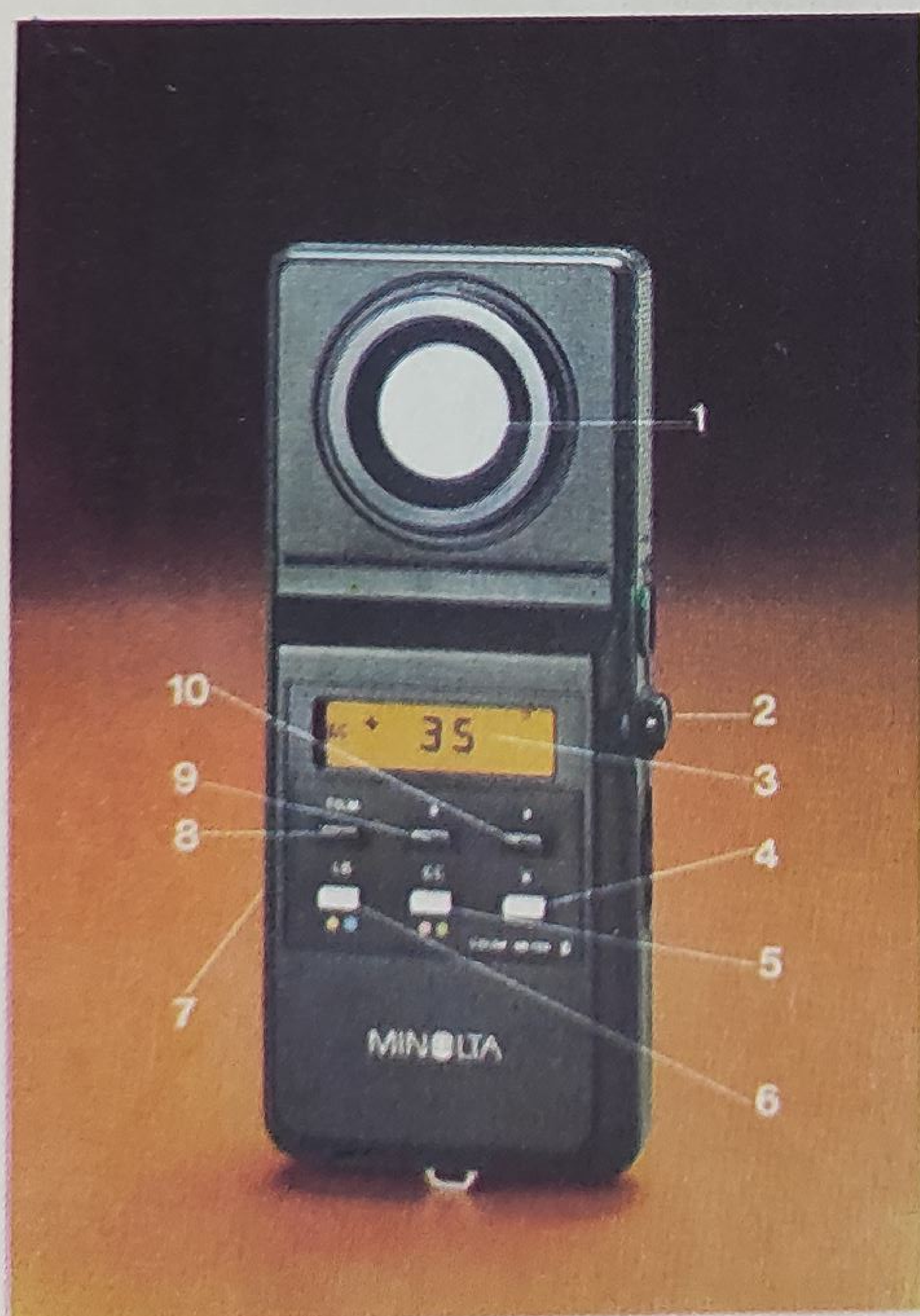


Planşa 16. Colorimetru Minolta:
1 — receptor de lumină; *2* — buton pentru efectuarea măsurătorilor; *3* — ecran de afişaj; *4* — tastă pentru afişarea temperaturii de culoare în K; *5* — tastă pentru afişarea indicelui de compensare; *6* — tastă pentru afişarea indicelui LB (light balance - de fapt intervalul mired ce trebuie corectat); *7* — regletă pentru introducerea în memorie a tipului de film (mai corect a temperaturii de culoare pentru care este echilibrat); *8* — tastă pentru afişarea tipului de film; *9* , *10* — taste pentru introducerea în memorie a unor tipuri de film echilibrate pentru valori neuzuale ale temperaturii de culoare.



Planşa 11. *Curbe de emisie, de transmisie şi de reflexie*
Curbă de emisie a unui izvor de lumină verde (*A*), curbă de transmisie a unui filtru roşu-portocaliu (*B*). Corpul de culoare albastru-violet avînd curba de reflexie în lumină albă (*C*), apare, cînd va fi iluminat cu o sursă de lumină galbenă reprezentată prin curba (*D*), albastru-verde (*E*), suprafaţa (*F*), a curbei sale de reflexie nemaifiind vizibilă.





Planşa 12. *Culoarea corpurilor examinate în lumina albă*
Tomata şi vinul din pahar absorb radiaţiile albastre şi verzi. Tomata opacă reflectă radiaţiile roşii iar vinul transparent le transmite. În ambele cazuri rămîn vizibile radiaţiile neabsorbite, astfel că, atît tomata cît şi vinul apar colorate în roşu.

Planşa 16. Colorimetru Minolta:
1 — receptor de lumină; *2* — buton pentru efectuarea măsurătorilor; *3* — ecran de afişaj; *4* — tastă pentru afişarea temperaturii de culoare în K; *5* — tastă pentru afişarea indicelui de compensare; *6* — tastă pentru afişarea indicelui LB (light balance - de fapt intervalul mired ce trebuie corectat); *7* — regletă pentru introducerea în memorie a tipului de film (mai corect a temperaturii de culoare pentru care este echilibrat); *8* — tastă pentru afişarea tipului de film; *9* , *10* — taste pentru introducerea în memorie a unor tipuri de film echilibrate pentru valori neuzuale ale temperaturii de culoare.

Planșa 13. Principalele filtre utilizate în fotografia alb-negru și culorile radiațiilor pe care le absorb.

RADIAȚII ABSORBITE

Culoarea filtrului

ALBASTRE VERZI ROȘII

GALBEN

PORTOCALIU

ROȘU

VERDE

ALBASTRU


A


B


C

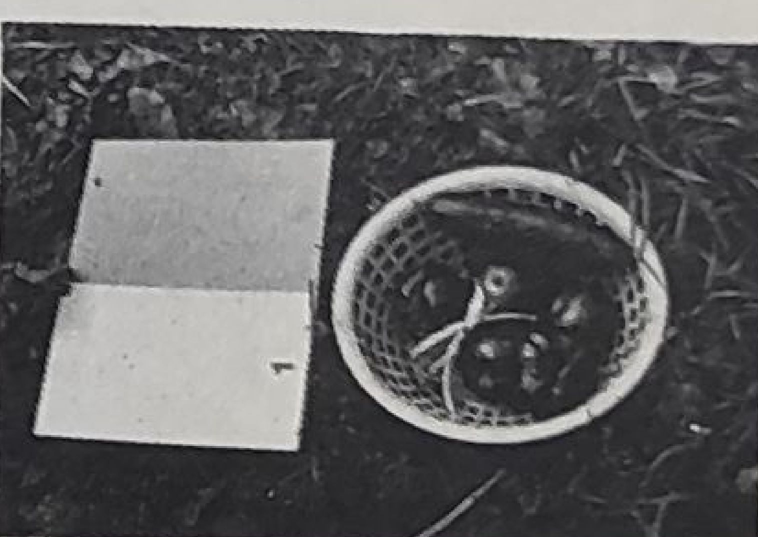

D

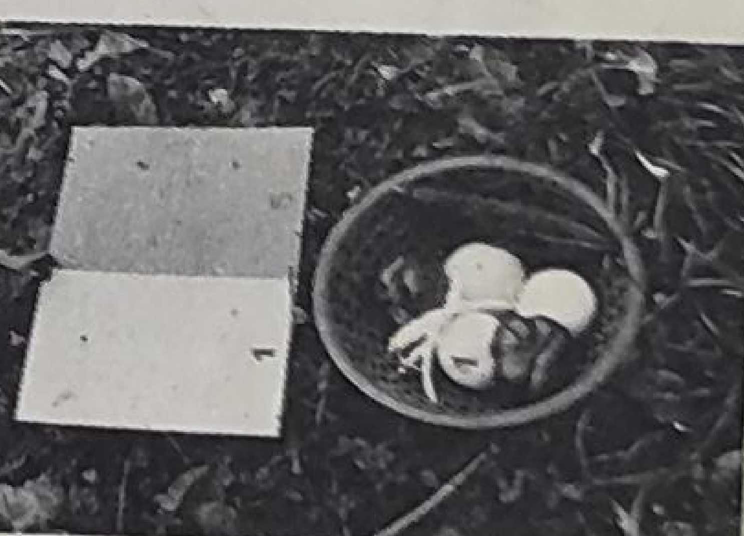

E

Planșa 14. Același peisaj reprodus în culori (A), reprezintă aspecte diferite, mai ales în ceea ce privește redarea cerului, după cum este fotografiat în alb-negru fără filtru (B) sau cu filtru galben-verde (C), galben (D) și roșu (E).


A


B


C


D


E

Planșa 15. Efectul filtrelor de contrast asupra redării culorilor în fotografia alb-negru:
A — fotografia color; B — fotografie alb-negru fără filtru; C — fotografie cu filtru albastru; D — fotografie cu filtru roșu; E — fotografie cu filtru verde.

1

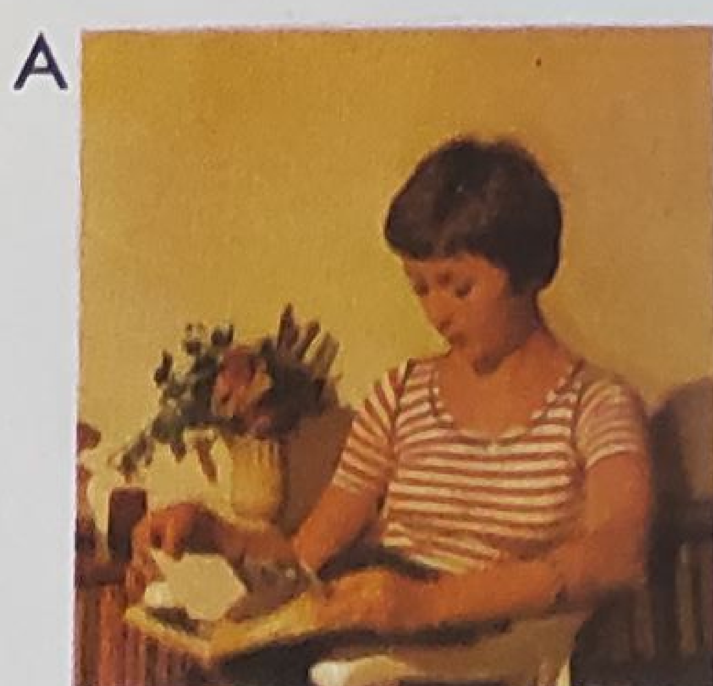


A



B

A



B



2

interior
exterior



A



3

B

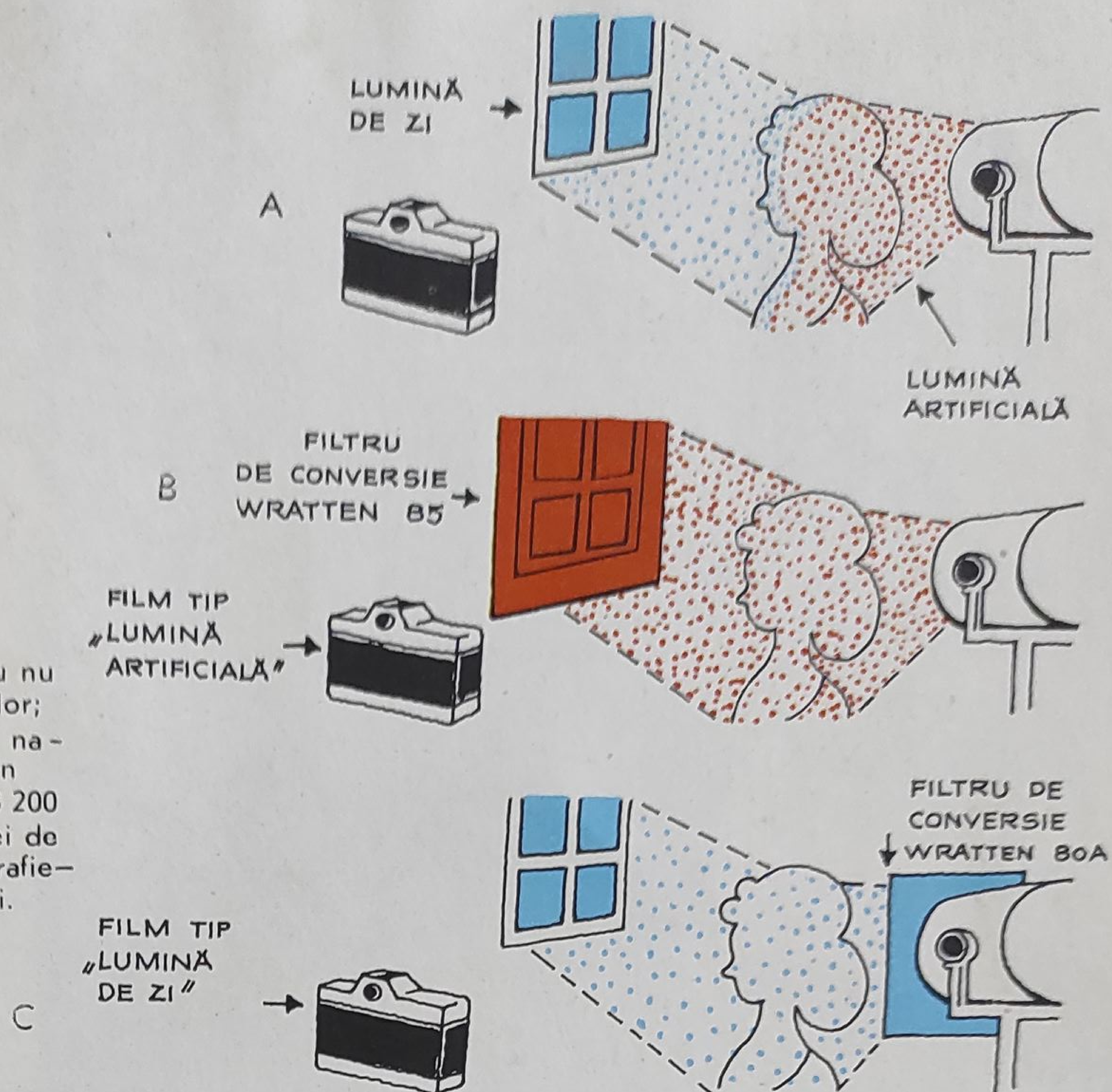


A

B

Planşa 17. Cazuri de aplicare a filtrelor în fotografia color:
1: A — fotografie fără filtru de corecție *81; B* — fotografie cu filtru;
2: A — fotografie în lumină artificială cu film tip „lumină de zi" fără filtru; *B* — fotografie executată în aceleași condiții, dar cu filtru de conversie 80 A;
3: A — fotografie în lumină de zi, cu film tip „lumină artificială", fără filtru; *B* — fotografie executată în aceleași condiții, dar cu filtru de conversie 85.

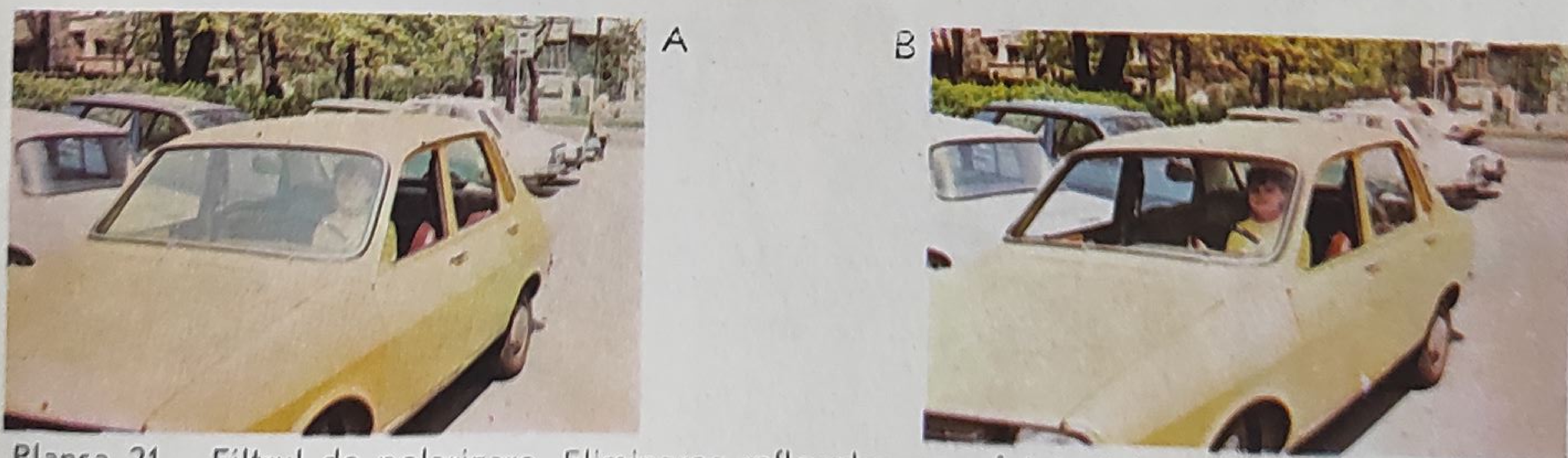
Planşa 19. Fotografierea în lumină fluorescentă: →
A — fără filtru; *B* — cu filtru de compensare.



Planşa 18.
Fotografierea în lumină mixtă:
A — orice combinaţie film-filtru nu poate evita apariţia dominantelor;
B — filtrarea sursei de lumină naturală permite fotografierea în condiţii de lumină artificială (3 200 — 3 400 K); C — filtrarea sursei de lumină artificială permite fotografierea în condiţii de lumină de zi.

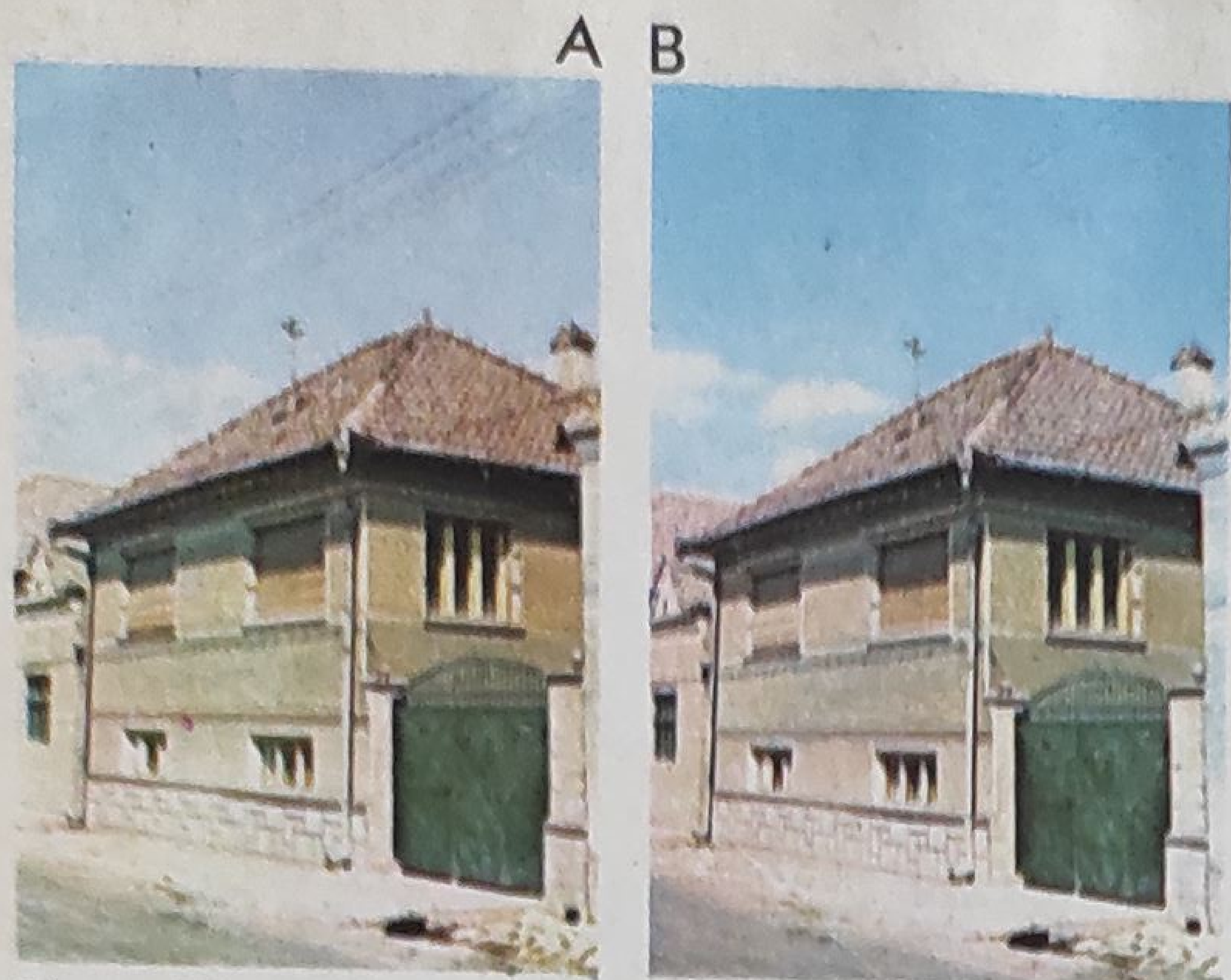


Planşa 20. Filtru de polarizare. Eliminarea reflexelor suprafeţei apei:
A — la fotografierea fără filtru, reflexia cerului în apă conferă suprafeţei acesteia o anume lipsă de „consistenţă" în schimb personajul este scos bine în evidenţă;
B — eliminarea reflexelor suprafeţei apei pune bine în evidenţă „structura" acesteia şi a elementelor care plutesc pe ea (frunze etc.).



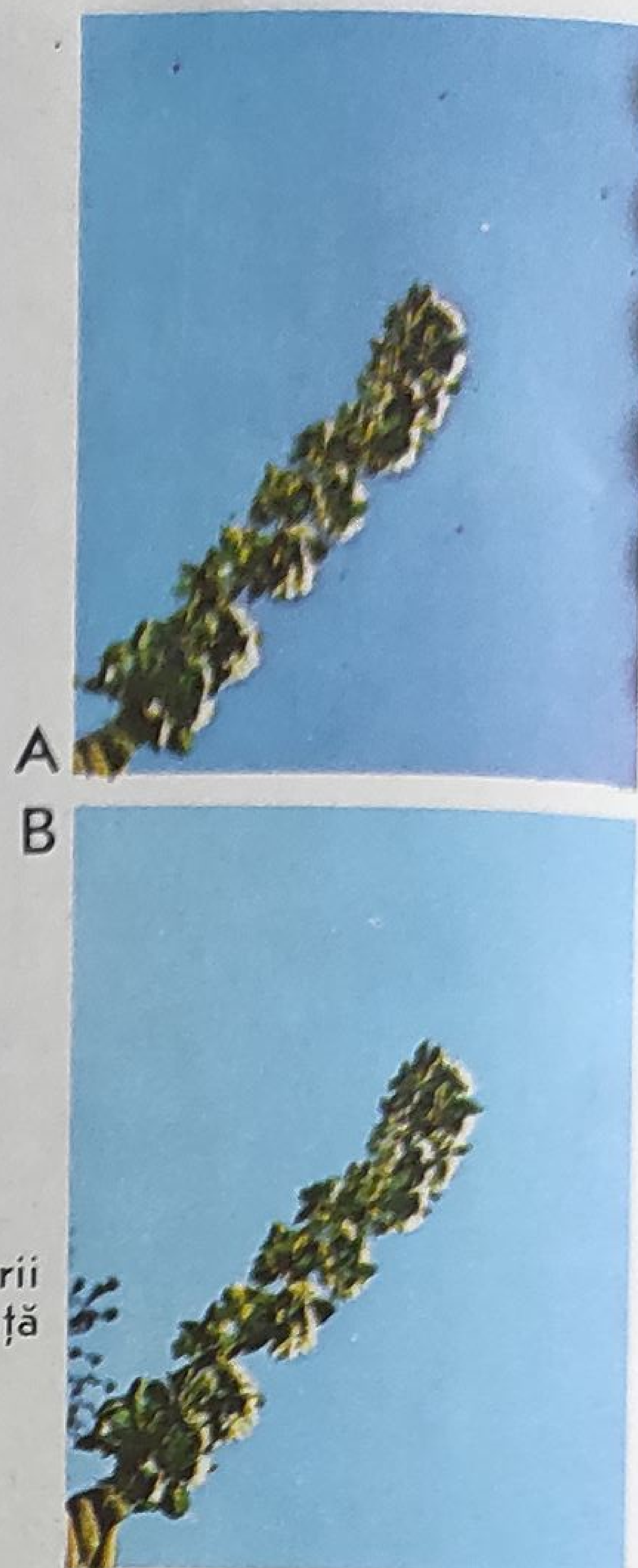
Planşa 21. Filtrul de polarizare. Eliminarea reflexelor suprafeţei sticlei:
A — în lipsa filtrului reflexele parbrizului împiedică distingerea trăsăturilor persoanei aflate la volan;
B — filtrul de polarizare „transparentizează" parbrizul.

A B



Planşa 22. Filtru de polarizare. Mărirea densităţii cerului pune în evidenţă prezenţa norilor:

A

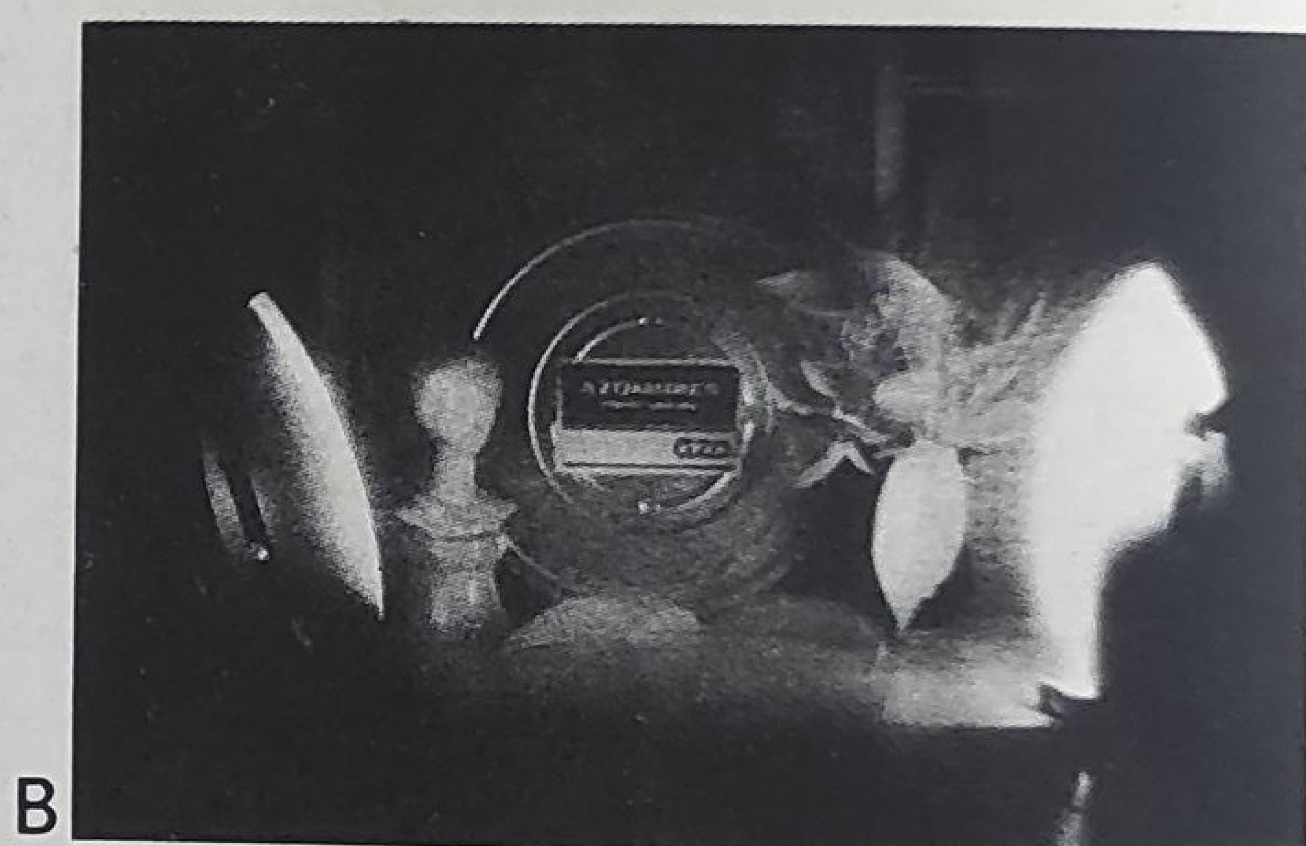


B

Planşa 23. Filtru de polarizare. Închiderea culorii cerului pune mai bine în evidenţă creanga înflorită:
A — cu filtru; — fără filtru.



A



B

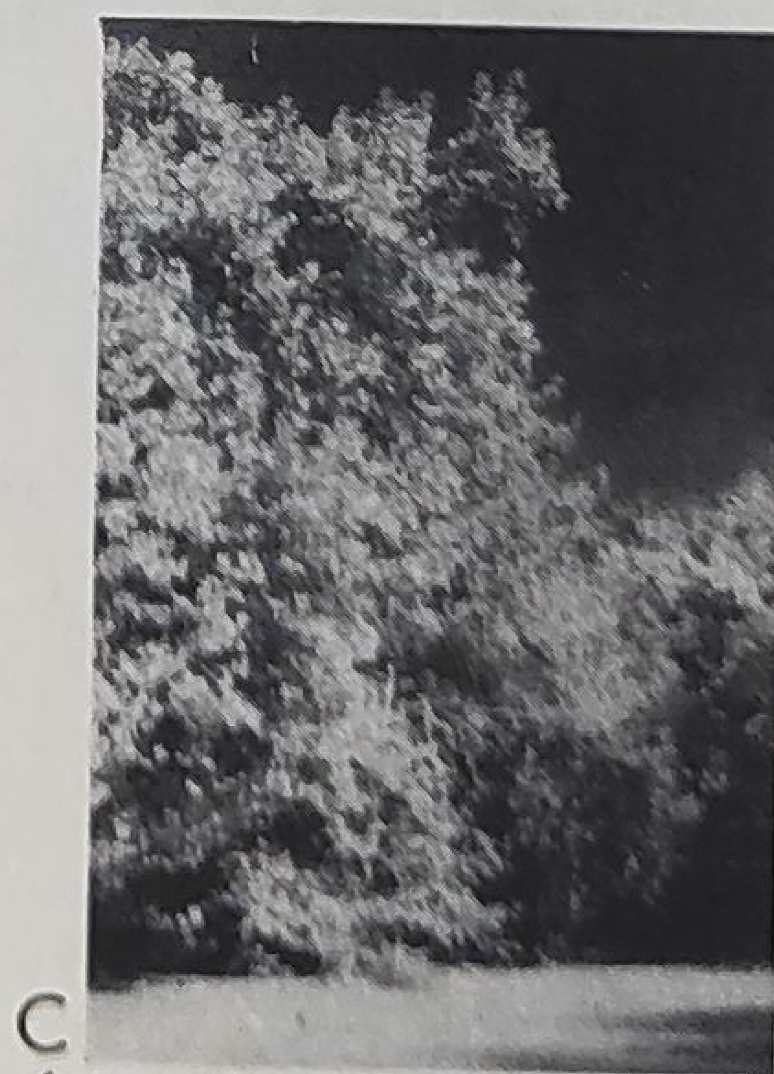
Planşa 24. A — Fotografie normală color; B — fotografie executată în întuneric complet, cu film IR, la „lumina" a două fiare de călcat.



A



B



C

Planşa 25. A — Fotografie color a peisajului luat ca exemplu; B — fotografia alb-negru a peisajului; C — fotografia alb-negru cu film IR şi filtru opac pentru radiaţiile vizibile.



Planşa 27. În peisajul fotografiat cu film IR color, oglinda de apă a lacului este redată în negru, iar zonele vegetale verzi, reflectante ale radiaţiilor IR sînt redate prin culoarea roşie.

A





B

Planşa 26. A — Peisaj fotografiat color normal; B — peisaj fotografiat cu film în „culori false".



A



B

Planşa 29. Efectul filtrelor de ceaţă;
A — fără filtru; B — cu filtru de ceaţă.



Planşa 30. Imagine de mare profunzime realizată cu ajutorul unei lentile cu cîmp divizat.

Planşa 31. Filtre care modifică culorile imaginii:
A — filtre degradè; B — filtre bicolor; C — prisme multiplicatoare cu fațete colorate; D — filtre tricolor; E — filtre monocromatice.



A





B

C





D







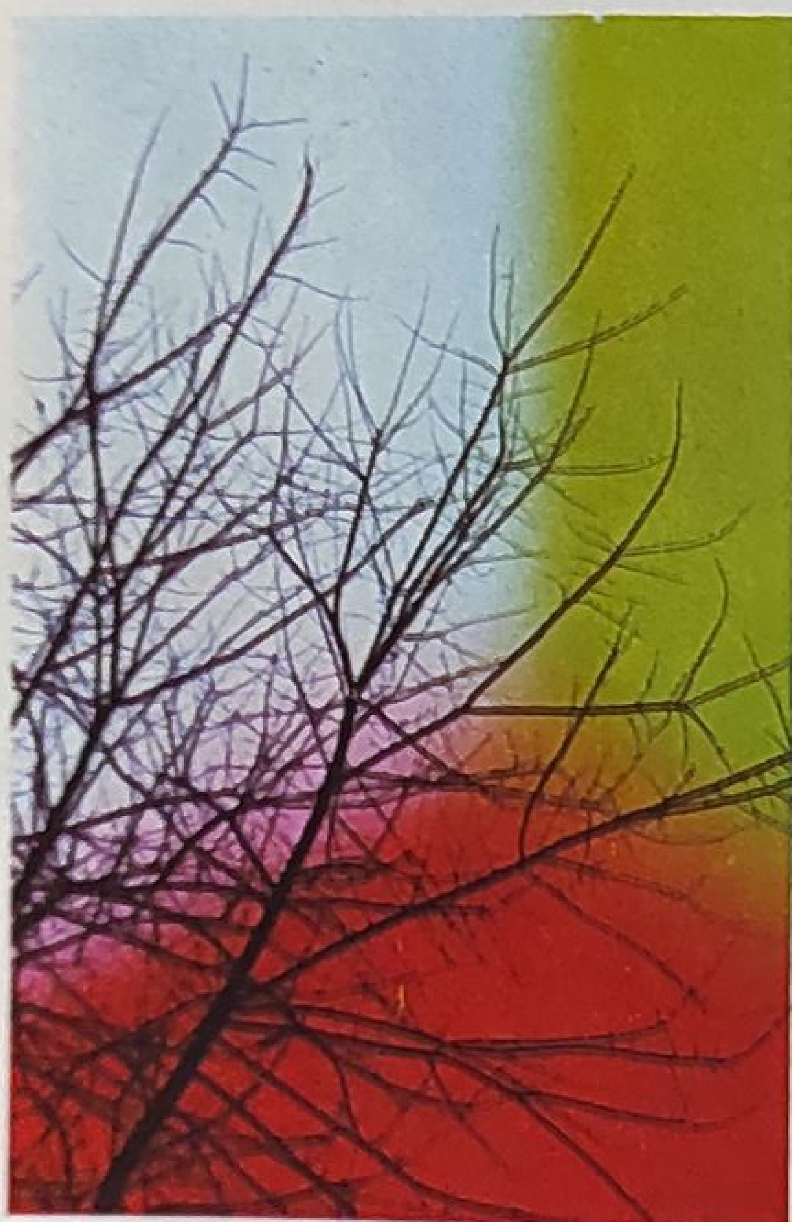
E





A

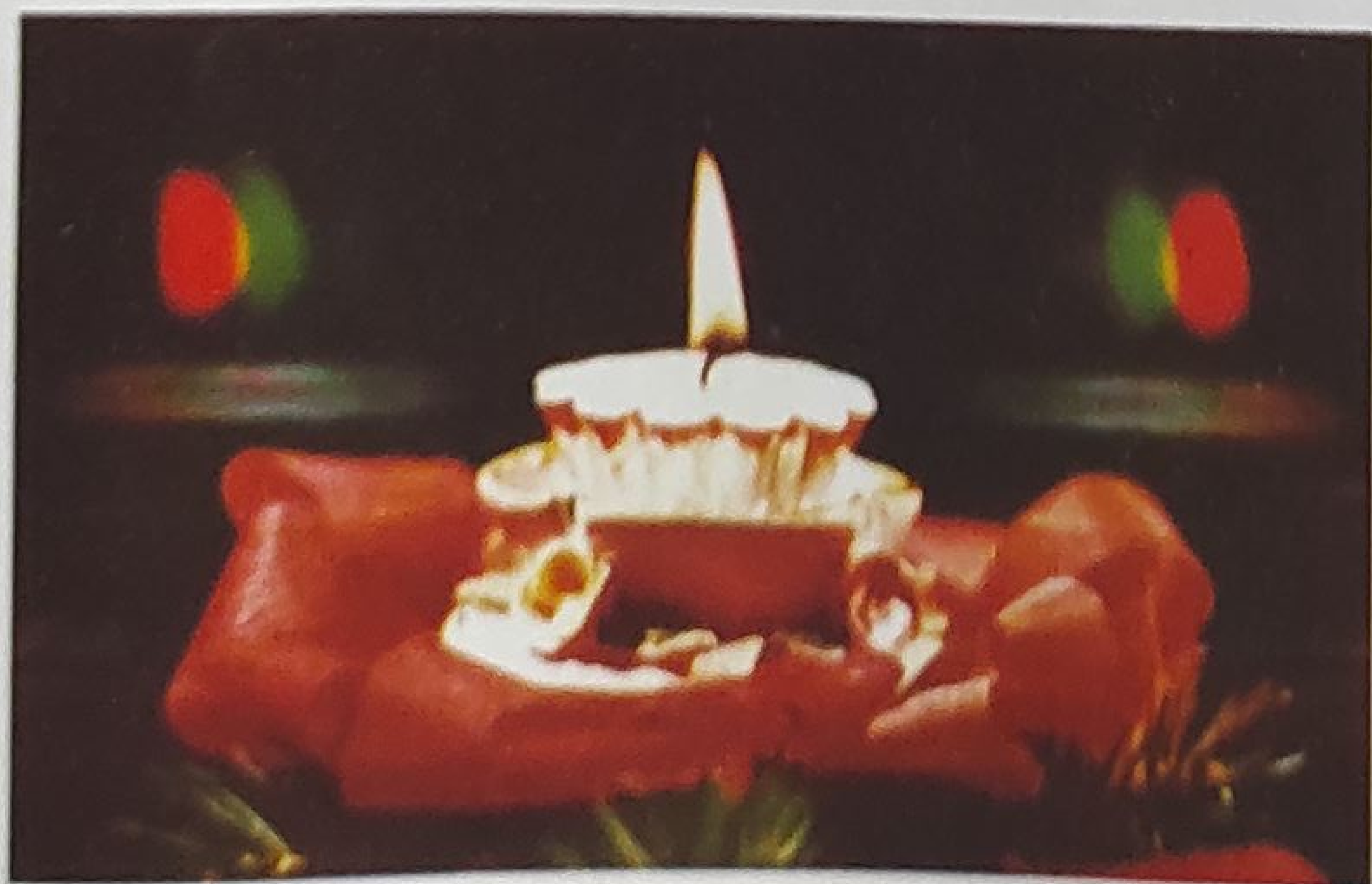
Planşa 32. Efecte ale filtrelor care modifică culorile imaginii:
A — fotografie cu şi fără filtru degrade;
B — fotografie cu filtru tricolor;
C — fotografie cu filtru avînd centrul clar şi periferii colorate;
D — fotografie cu filtru de difracţie x 2;
E — fotografie cu filtru de difracţie x 8.



B



C



D



E

A B





Planşa 28. Efectul filtrului de difuzie:
A — fotografie executată fără filtru; B — fotografie executată cu filtru de difuzie.



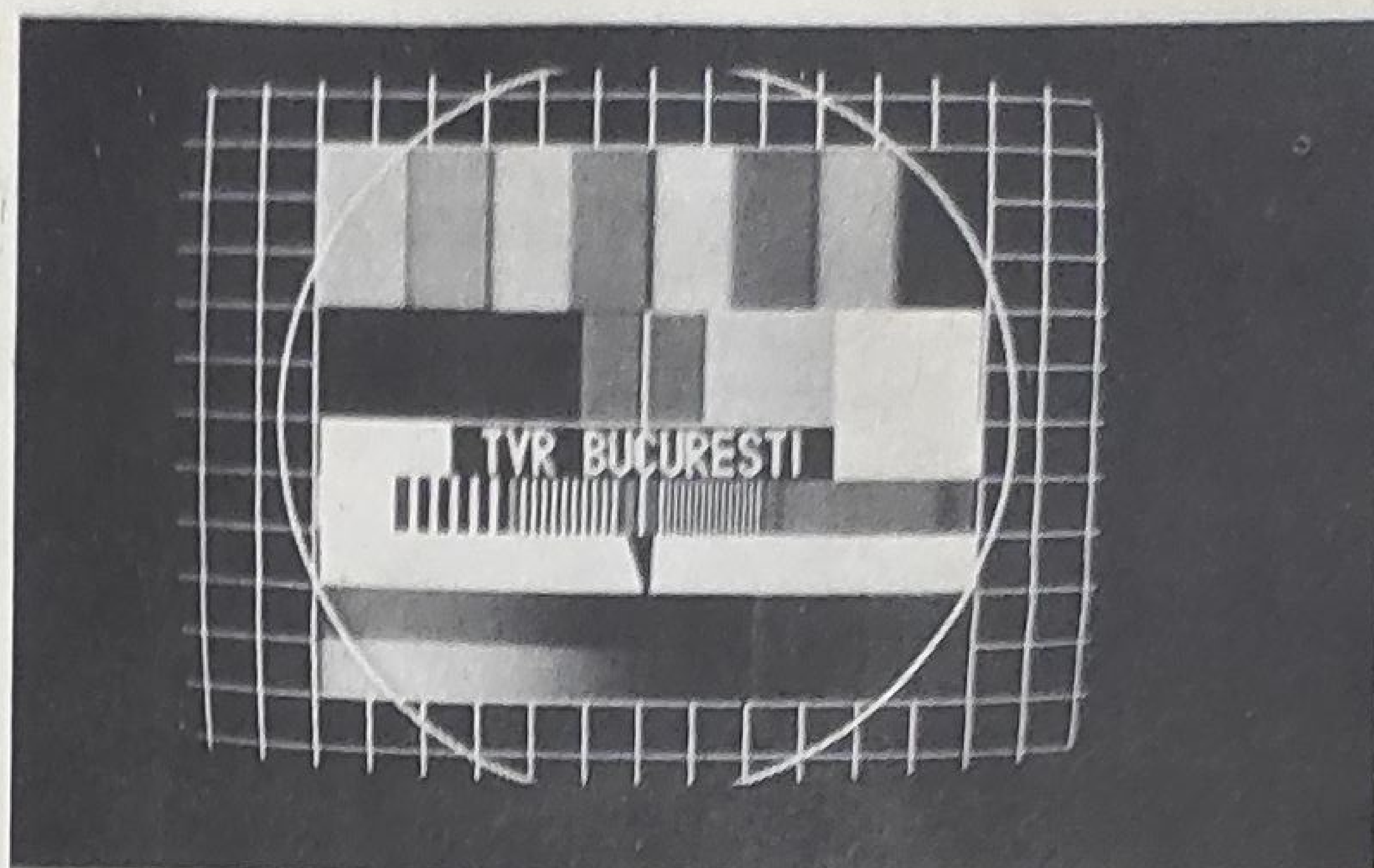
A

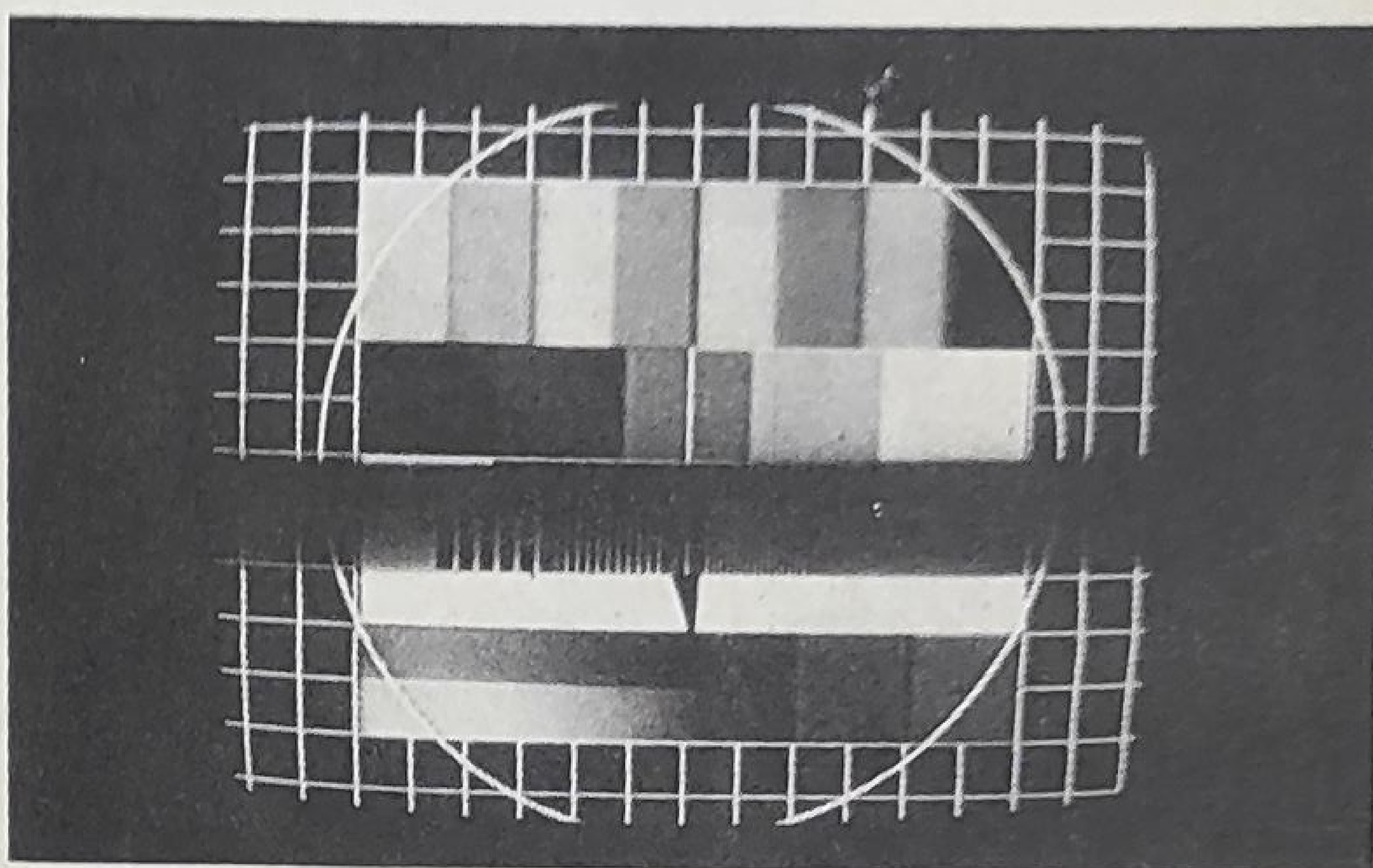


B

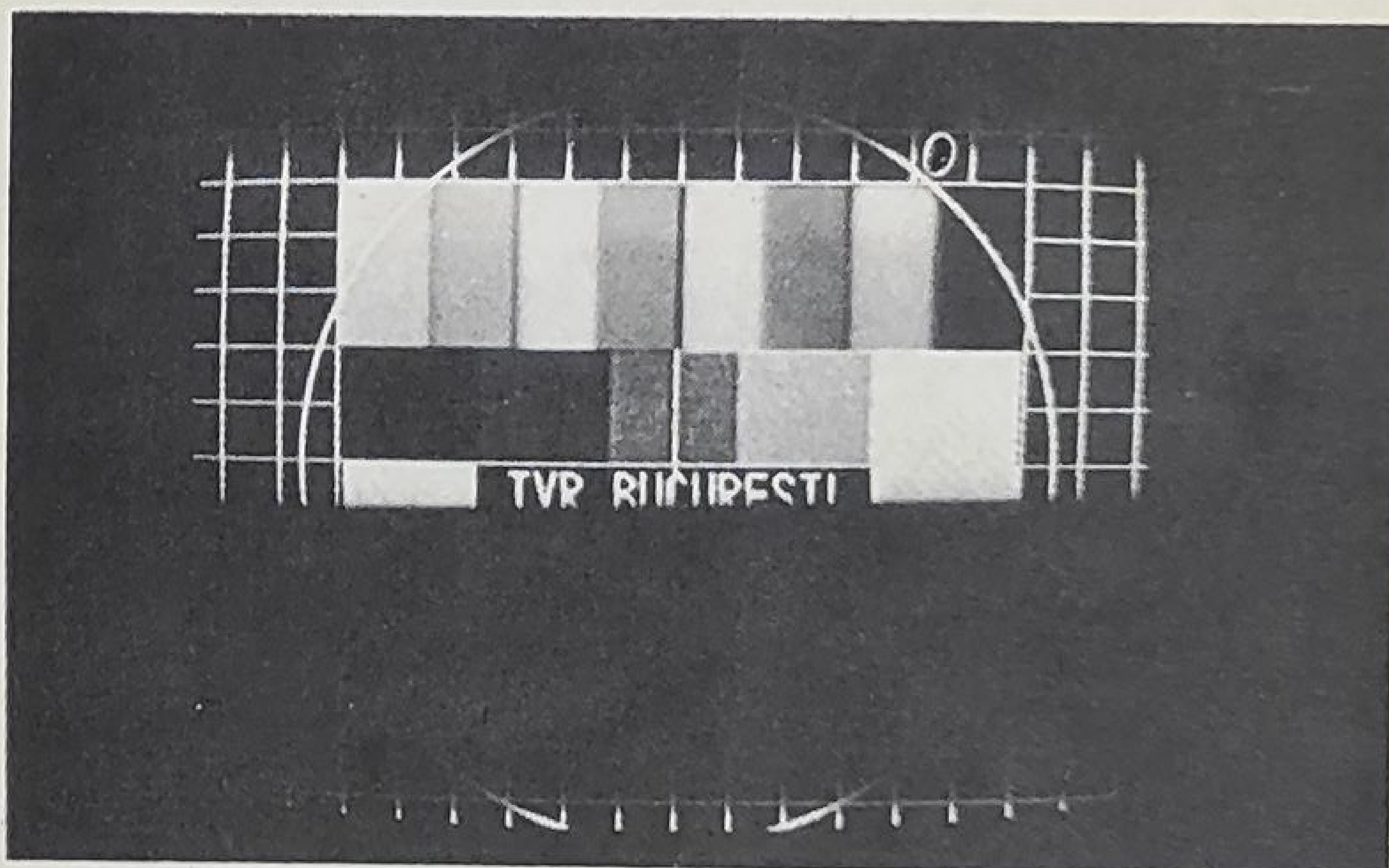
Planşa 33. Imagini obţinute prin triplă expunere aditivă:
A — cădere de apă; B — valurile mării.

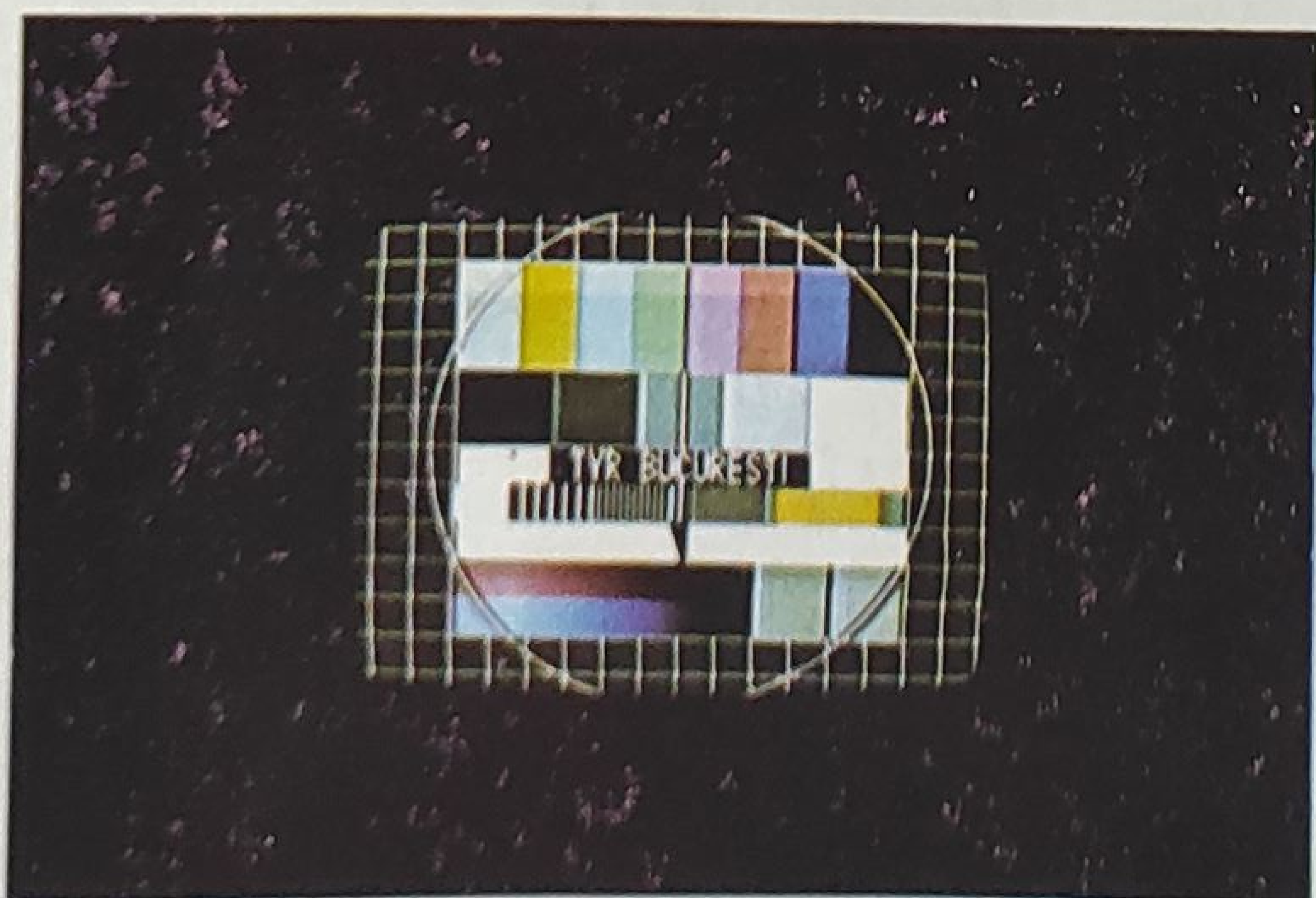
Planşa 34. Fotografii ale mirei de televiziune:
A — imagini alb-negru realizate cu diferiţi timpi de expunere (1/15, 1/60 şi 1/125 s);
B — imagini color:
— fără filtru;
— cu filtre CC30Y şi 30 M (galben şi purpuriu).

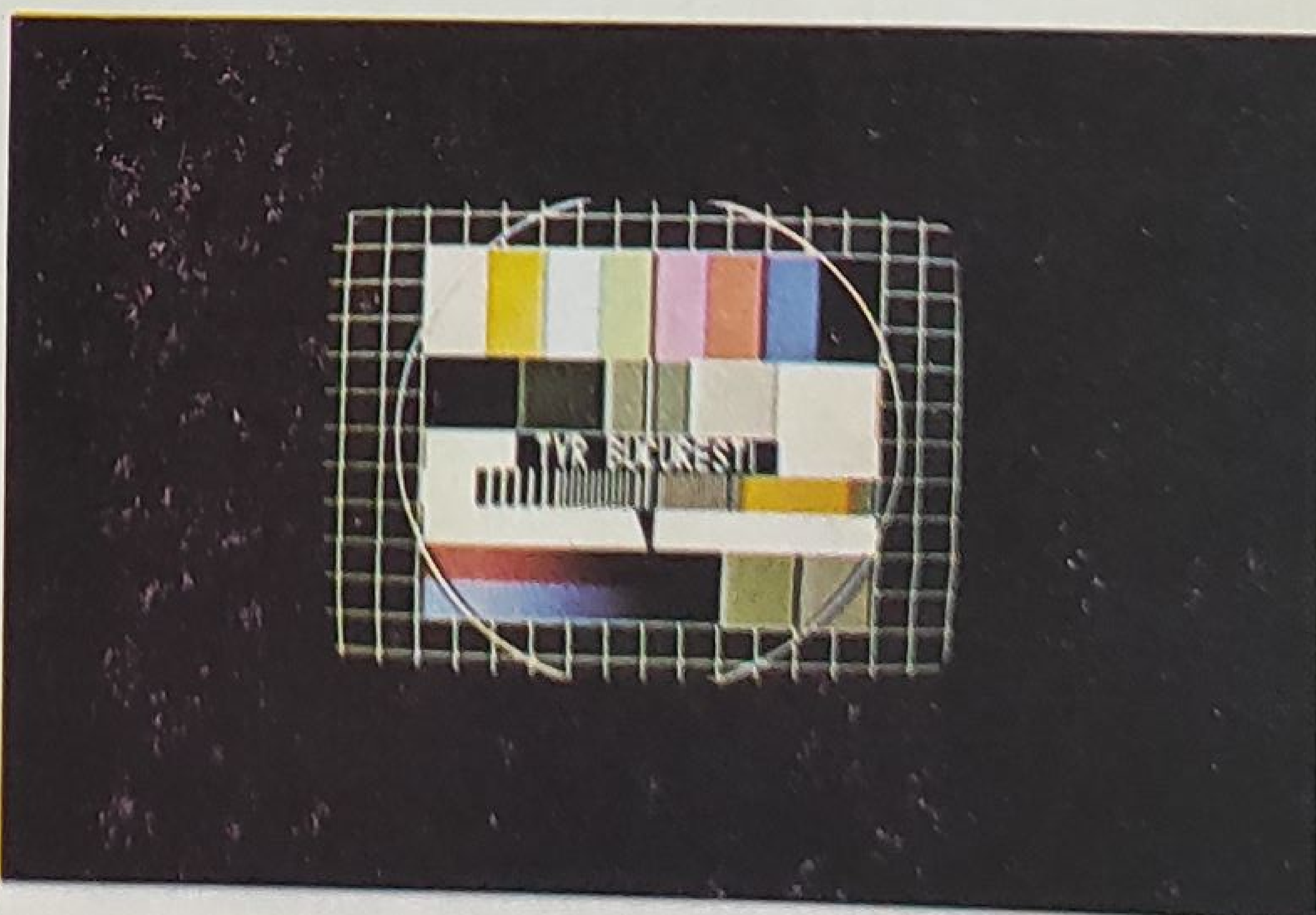




A







B



Planşa 35. Microfotografie în lumină polarizată a unui amestec de cristale.

Planşa 37. Fotografii subacvatice:
A — fără corecţie; B — cu aplicarea sistemului Aquacolor.





Planşa 36. Imagine subacvatică obişnuită, cu dominantă albastră.







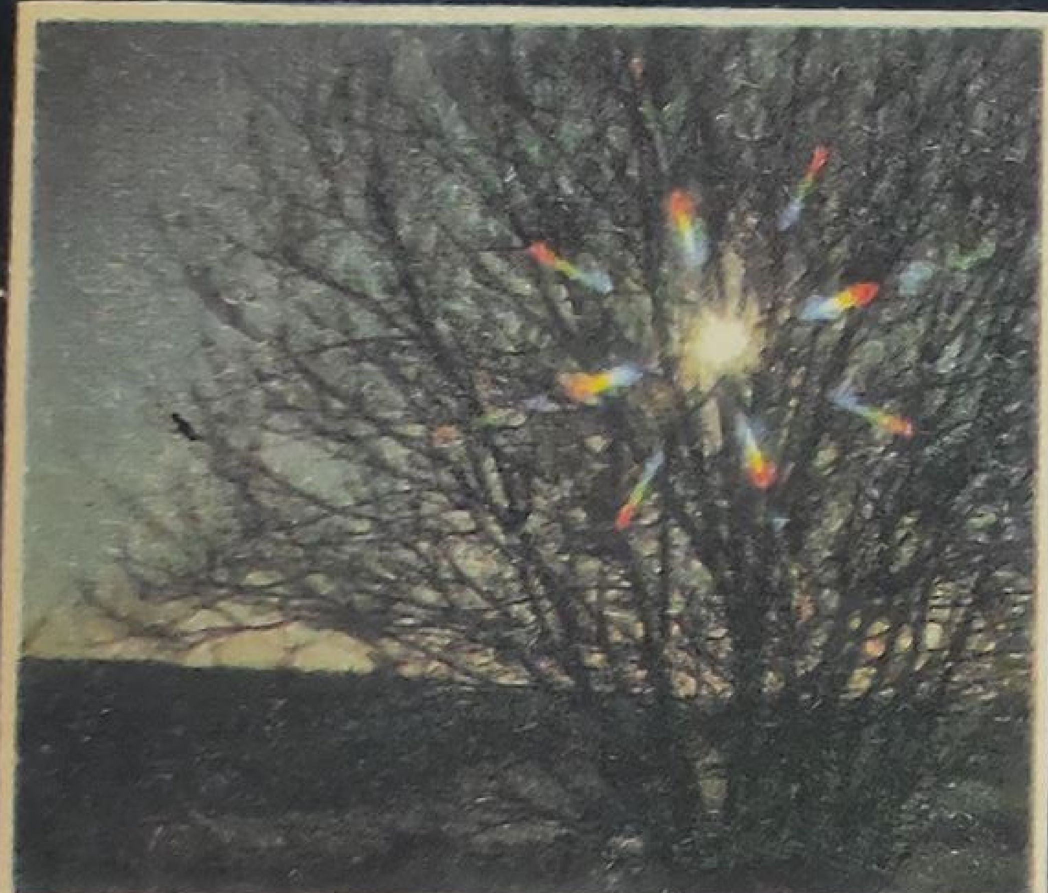


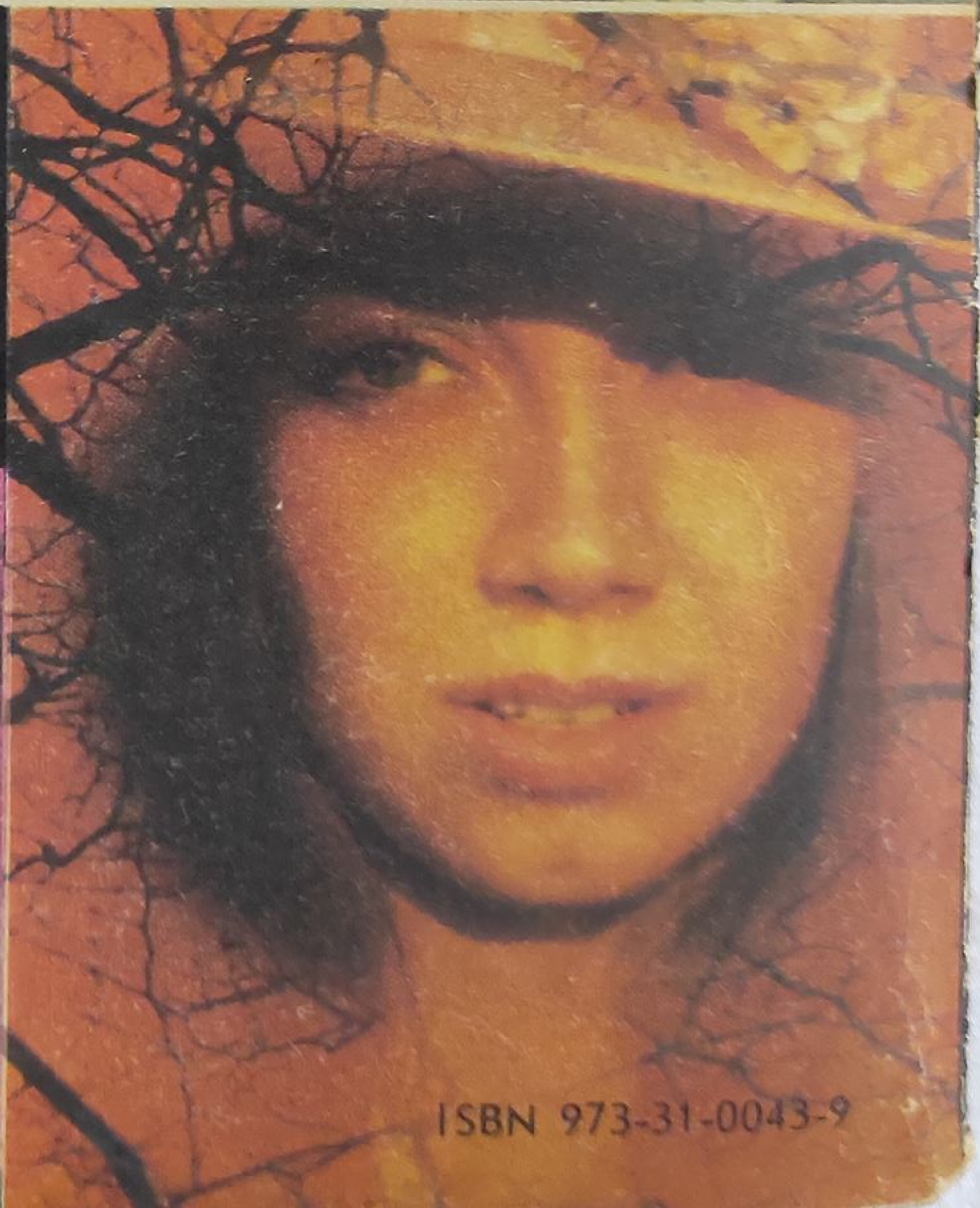
Lei 24




EDITURA TEHNICĂ





ISBN 973-31-0043-9